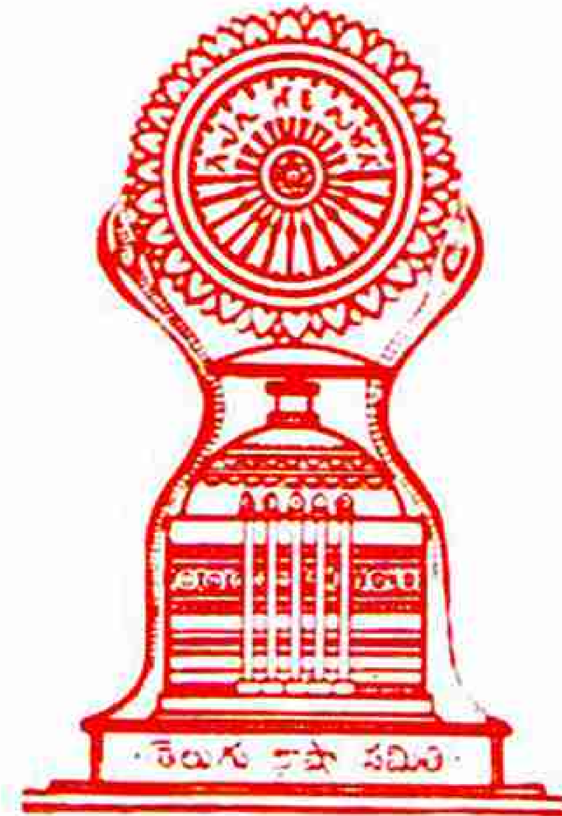



రెండవ సంపుటము

(పరిష్కృతము)

**భౌతిక, రాసాయనిక**
**శాస్త్రములు**




# తెలుగు భాషా సమితి

హైదరాబాదు : : మద్రాసు

Blank Page

# విజ్ఞాన సర్వస్వము

రెండవ సంపుటము

## భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములు

సంపాదకులు
[ మొదటి ముద్రణ ]

కీ. శే. [illegible]డిచెర్ల హరిసర్వోత్తమరావు, ఎమ్. ఏ.

శ్రీ వస[illegible]తరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్‌సి.

శ్రీ వే[illegible]రి విశ్వనాథశర్మ, ఎమ్. ఏ., ఎల్. టి.

సంపాదకులు
[ రెండవ ముద్రణ ]

శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్‌సి.

శ్రీ మేడేపల్లి వరాహ నరసింహస్వామి

1964

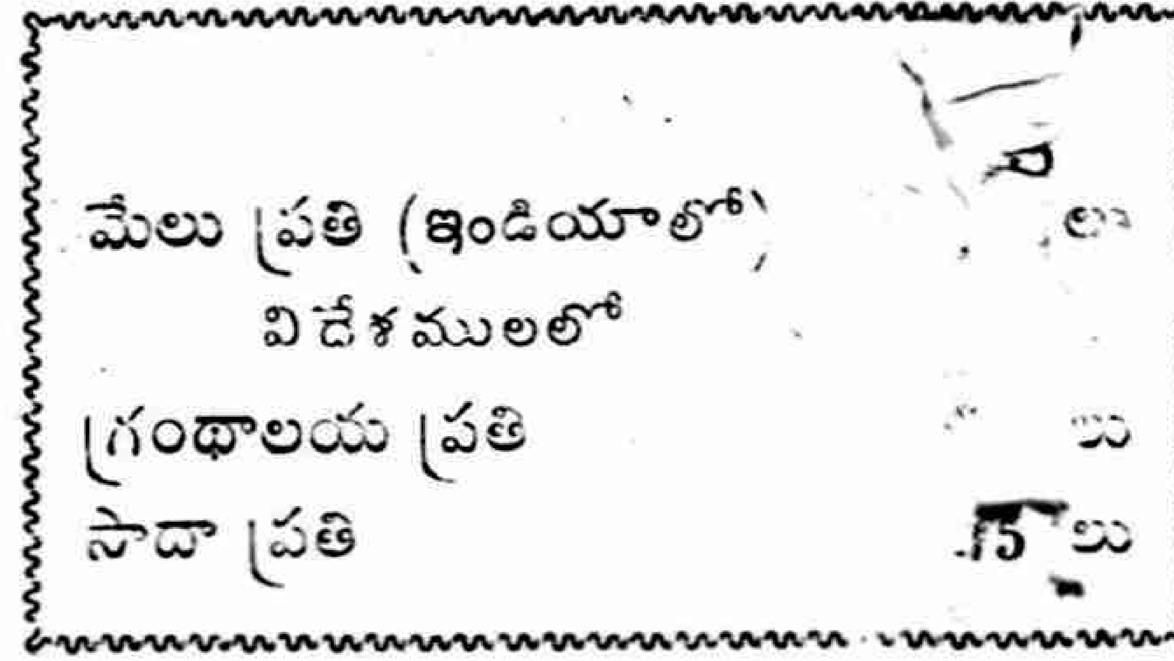
తెలుగు భాషా సమితి

హైదరాబాదు * మద్రాసు





ముద్రణకర్తలు :
హిందీ ప్రచార్ ముద్రణాలయము
త్యాగరాయనగర్
మద్రాసు-17



మేలు ప్రతి (ఇండియాలో) ... రూ
విదేశములలో
గ్రంథాలయ ప్రతి ... రు
సాదా ప్రతి .75 రు

ప్రతులకు :
తెలుగు భాషా సమితి
3-1-299 నింబోలి అడ్డ
హైదరాబాదు-27.

BHOUTIKA RASAYANIKA SASTRAMULU

(Physics & Chemistry)

2nd Volume of VIJNANA SARVASVAMU (Encyclopaedia)
Published in Telugu in 16 Volumes by Telugu Bhasha Samiti—Hyderabad, Madras.

De luxe edition

Overseas
Library edition
Popular edition

*For copies:*

**Telugu Bhasha Samiti**
3-1-299 Nimboli Adda
Hyderabad-27.

# ప్రకాశకుల విజ్ఞప్తి

[మొదటి ముద్రణ]

సుమారు రెండు శతాబ్దములపాటు మనదేశము పరాధీనమై యుండుటవలన కలిగిన దుష్ఫలితములలో ముఖ్యమైనది మనదేశభాషల అభివృద్ధికి నిరోధకమయిన ఆంగ్లభాషాప్రాభవము. దానితోపాటు విదేశ సంస్కారములు, విజ్ఞానము, సారస్వతము, నాగరికత మన మలవరచుకోవలసిన ఆవశ్యకత అనివార్యముగా వచ్చిపడినది. ఈ దుస్థితిని గుర్తించిన మన నాయకులు దీనిని కొంతవరకైనను నిరోధించియుండకపోతే మనదేశము ఈ పాటికి ఇంగ్లండ్ దేశమునకు చెల్లెలుగానో, బిడ్డగానో తయారై ఉండేది. ప్రత్యక్షగోచరములైన ఈ దురవస్థలేగాక మనకు తెలియకుండగనే మన మనోదృష్టి, వాంఛలు, ఆశయములుకూడా విదేశీయములు, విజాతీయములుగా మారియుండేవి. కాని, మనదేశీయులకు చైతన్యము కలిగినది. ఈ దుష్ఫలితాలను అరికట్టుటకు చేసిన ప్రయత్నాలలో ముఖ్యమైనవి, నిర్మాణాత్మకములయినవి - స్వదేశీప్రచారము, స్వభాషాప్రబోధము, స్వాతంత్ర్యోద్యమము. రాజకీయరంగములో జరిగిన పోరాటఫలితముగా స్వరాజ్యము లభించినది. దీనిని నిలుపుకోవలెనంటే దేశములో కలిగిన ప్రజాచైతన్యాన్ని నిర్మాణాత్మకముగా మనము ఉపయోగించుకొనవలెను. ప్రజలకు విద్యాప్రబోధము వారి మాతృభాషలో కలుగజేయ వలెను. మన తెలుగువారు సమర్థతగల పౌరులుగాను, విజ్ఞానవంతులుగాను తయారు కావలెనంటే మన చదువులు, ప్రభుత్వ కార్యకలాపాలు, మన న్యాయస్థానాలు, సారస్వతము, విజ్ఞానము అంతా మనభాషలో ఉండితీరవలెను.

పూర్వకాలములో భారతీయ విజ్ఞానమంతా సంస్కృతభాష మూలంగాను, ప్రాకృతభాషల ద్వారాను భారతదేశమందేకాక ఇతరదేశములందుకూడా వెల్లువలై ప్రవహించినది. రానురాను మన దేశము పరతంత్రముల పాలయినందున ఈ జ్ఞానవిజ్ఞాన సర్వస్వమంతా అడుగంటినది. దానిస్థానే పరుల విజ్ఞానము, సంస్కృతి ఎక్కువగ వ్యాపించినవి. దీనివలన నష్టము ఎక్కువగా కలిగినా, ఒకమేలు కూడా కలుగకపోలేదు. ఆధ్యాత్మికవిద్యల విషయము నిత్యమైనదే అయినా ప్రాపంచిక విజ్ఞానము కాలానుగుణముగా మారేది కనుక మన ప్రాచీనవిద్యలకు ఆధునిక విద్యలందుగల మంచిని జోడించి నూతనముగా ఒక విశిష్టమైన వికాసముతో విజ్ఞానాన్ని రూపొందించుటకు అవకాశ మేర్పడినది.

మన భారతదేశములోని పలుభాషలు, విదేశాలనుండి వెల్లువలుగా ప్రవహించి వచ్చిన విజ్ఞానాన్ని ఆధారంగా చేసికొని, ప్రస్తుతము ఎంతో అభివృద్ధిలోనికి వచ్చినవి. బెంగాలీ, హిందీ, మరాఠీ భాషల ప్రాభవం ఏ విదేశీభాషల ప్రాభవమునకున్ను తీసిపోదు. ప్రతిదినం ఇతోఽధికంగా ఈ భాషలు అభివృద్ధి పొందుతున్నవి. మనభాషలను ప్రజానీకంయొక్క విజ్ఞానంకొరకు, దాని అభివృద్ధికొరకు ఉపయోగించవలెనంటే ఆధార గ్రంథాలను మొట్టమొదట మనము తయారు చేసికొనడం అవసరం. అందువల్లనే మన పూర్వులు ధర్మశాస్త్రాలకు ఆధారగ్రంథం వేదంగాను, పదజాలమునకు ఆధార గ్రంథం నిఘంటువుగాను, భాషాసూత్రాలకు ఆధారాలు వ్యాకరణాలుగాను, అర్థ, న్యాయ శాస్త్రాలకు ఆధారాలు స్మృతులుగాను నిర్మించి, ప్రజానీకాన్నంతటినీ తదనుసారంగా నడిపించారు. నేడు మన విజ్ఞాన పేటికలో భారతీయ విజ్ఞానమే కాదు — ప్రపంచమంతటిలోను లభ్యమయ్యే అన్ని శరగసుల విజ్ఞానము అమర్చుకొంటేనేకాని మనము వివిధ విజ్ఞానమంజూషను తయారుచేయలేము.

ఇట్టి మంజూషలు వికాసవంతములయిన అన్ని భాషలలోను ఏర్పడియున్నవి. వీటికి 'ఎన్‌సైక్లో పీడియా' (విజ్ఞాన సర్వస్వము)లు అనిపేరు. 'ఎన్‌సైక్లోపీడియా బ్రిటానికా' ఇంగ్లీషులో ఎంత విశాలమైనదో చూస్తే అచ్చెరువవుతుంది. ఇంగ్లీషు భాషయొక్క, జాతియొక్క భవిష్యత్తును నిర్మించే సామగ్రి అంతా అందులో ఇమిడియున్నది.

మూడుకోట్లమంది జనులకు మాతృభాషయై అతి ప్రాచీనమైన మన తెలుగుభాషకు ఇట్టి విజ్ఞాన మంజూష లేకపోవడం లోపముకాదని ఎవరును చెప్పజాలరు. ఈ విజ్ఞానమంజూష తయారుచేయడము కోసము కాంగ్రెసు గవర్నమెంటు ఏర్పడిన తరువాత మనకు విద్యామంత్రులైన శ్రీ అవినాశలింగం చెట్టియారు ద్రావిడభాషలలో విజ్ఞానసర్వస్వం తయారుచేయించడం కోసము ఒక ఉద్యమాన్ని లేవదీశారు. తమిళ వళర్చిక్కళగం - తమిళ భాషాభివర్ధకసమితి - అనే పేరుతో ఒక సంఘాన్ని స్థాపించి తద్ద్వారా తమిళభాషాసేవ చేయవలెనని కూడా సంకల్పించినారు. విద్యామంత్రి ప్రారంభించిన ఈ కార్యానికి ప్రభుత్వ సహాయంకూడా సులభసాధ్యమయినది. తెలుగు భాషాభివృద్ధికికూడా ఇట్టి ప్రయత్నం చాల అవసరమనిన్నీ, తెలుగు రచయితలను, భాషాసేవకులను ప్రోత్సహించడం కూడా అవసరమనిన్నీ తలచి మదరాసులోని తెలుగు భాషాభిమానులు కొందరు 15-10-1947 వ తేదీని విద్యాశాఖామంత్రిగారి ఆహ్వానంమీద సమావేశమయ్యారు. ఈ కార్యాన్ని జయప్రదంగా నెరవేర్చడం కోసం 'తెలుగు భాషా సమితి' అనే పేరుతో ఒక సమితిని ఏర్పాటు చేయడానికి నిశ్చయించడమయినది. ఆ వెంటనే యథాక్రమముగా స్థాపితముకూడా అయినది. సమితి సంకల్పించిన ఉద్దేశములలో 1. తెలుగుభాషలో ఒక విజ్ఞానసర్వస్వమున్ను, విజ్ఞానవ్యాప్తికి తోడ్పడు ఇతర రచనలున్ను గావించుట, 2. తెలుగుభాషలో వివిధ విషయములకును సంబంధించిన రచనలను గావింపజేయుటకై ఉత్తమ గ్రంథములకు బహుమతులిచ్చుట, 3. తెలుగుభాష, తెలుగువాఙ్మయము - వీటి అభివృద్ధికి తోడ్పడగల కార్యకలాపాలను నిర్వహించుట, 4. వైజ్ఞానిక విషయములనుగూర్చి చర్చలు, ప్రసంగములు, ఉపన్యాసములు జరిపించుటకు కావలసిన సభలు, సమావేశములు, ప్రదర్శనములు ఏర్పరచుట మొదలగునవి ముఖ్యమైనవి.

సమితి కార్యస్థానముగా ఉపయోగించుకొనుటకు మద్రాసు విశ్వవిద్యాలయమువారు ధర్మార్థముగా ఇచ్చిన విశ్వవిద్యాలయ భవనమందలి ఒకగదిలో సమితి ప్రారంభోత్సవము 9-3-1948 వ తేదీని జరిగినది. ఈ ఉత్సవమునకు వచ్చిన పెద్దలు సమితివారు సంకల్పించిన తెలుగు విజ్ఞానసర్వస్వ రచనా విధానమునుగూర్చి తమ ఆశయములను, అభిప్రాయములను తెలియజేసినారు. ఈ తెలుగు విజ్ఞాన సర్వస్వరచనా విధానమునుగూర్చి సలహాలను ఇచ్చుటకు ఒక ప్లానింగ్ కమిటీ ఏర్పడినది. ఈ కమిటీ సలహాలను అనుసరించి సకలకళలను, శాస్త్రములను సాజాత్యమునుబట్టి కొన్ని వర్గముల క్రింద జతపరచి, ఒక్కొక్క సంపుటమందు ఒక్కొక్క వర్గములోగల విషయములను, అవకాశమును బట్టి రెండేసి, మూడేసి వర్గములలోని విషయములను చేర్చి గ్రంథముగా 12* సంపుటములలో ప్రకటించుటకు సమితివారు నిశ్చయించిరి. ఒక్కొక్క సంపుటములో ఉండవలసిన విషయములన్నింటి వివరణములు, ఆయా విషయములకు కావలసిన పుటలసంఖ్య, రచయితలపేర్లు మొదలయిన అంశములను వివరించి తెలియజేయుటకు ఒక్కొక్కవర్గమునకు ఒక్కొక్క ఉపసంఘము ఏర్పడినది. ఉప

* ఆదివ్యవస్థలోని 12 సంపుటముల పథకము 1960 లో పునర్వ్యవస్థీకరింపబడి 16 సంపుటములుగా ప్రచురింప నిర్ణయమైనది.

సంఘముల సమావేశములను జరిపి కావలసిన పని కొనసాగించుటకు ఒక్కొక్క ఉపసంఘమునకు ఒక్కొక్క సమావేశకర్త (కన్వీనరు)ను నియమించడ మయినది.

ఈ సమావేశకర్తలతోను, ఇతర సభ్యులతోను సంప్రదించి, ఉపసంఘముల నివేదికలను తెప్పించి కావలసిన వస్తుసామగ్రినంతా సేకరించుటకును, సేకరించిన సామగ్రిని పరిశీలించి అమర్చిపెట్టుటకును కావలసిన సంగ్రాహకులను నియమించుటకు నిశ్చయించి, సమితికార్యనిర్వాహక వర్గమువారు మొట్టమొదట డా. గిడుగు వేంకట సీతాపతిగారిని ప్రధానసంగ్రాహకునిగా నియమించిరి. వీరు 10-5-1948 వ తేదీని పని ప్రారంభించిరి. మరి కొలదికాలములోనే శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు గారిని శాస్త్రసంబంధముగల సంపుటముల విషయములను సేకరించుటకు సంగ్రాహకునిగా నియమించిరి. వీరు 2-4-1949 వ తేదీని పని ప్రారంభించిరి. మరి కొలదికాలములోనే శ్రీ మల్లంపల్లి సోమశేఖరశర్మగారిని తెలుగుభాషకు, వాఙ్మయమునకు, ఆంధ్రుల చరిత్రకు, సంస్కృతికి సంబంధించిన ప్రత్యేకసంపుటమునకు సంగ్రాహకులుగా నియమించడమయినది. వీరు 20-1-1950 వ తేదీని పని ప్రారంభించిరి.

ఈ సంగ్రాహకులకృషిఫలితముగా 'చరిత్ర, రాజనీతి' సంపుటమున్ను, 'భౌతిక, రసాయన శాస్త్రముల' సంపుటమున్ను, 'తెలుగుచరిత్ర, సాహిత్య, సంస్కృతుల' సంపుటమున్ను, 'భూగోళము, అర్థశాస్త్రము, వాణిజ్యము' అనే సంపుటమున్ను ఒకటితర్వాతనొకటిగా ప్రకటితములు అగుచున్నవి. వీటినిగూర్చినవివరణములు ఆయాసంపుటములందు ఆయాసంపాదకుల నివేదికలలో విశదీకరించడ మగును. ఇక్కడ తెలుగుభాషలో విజ్ఞానసర్వస్వము రచించవలసిన ఆవశ్యకతను గూర్చిన్ని, తద్రచనావిధానమునుగూర్చిన్ని సమితివారికి గల అభిప్రాయములను తెలియజేయవలసి యున్నది. మన తెలుగుభాషలో ముప్పదినాలుగు సంవత్సరముల క్రిందట కీ. శే. కొమఱ్ఱాజు లక్ష్మణరావుగారు ఒక పెద్ద ఆంధ్రవిజ్ఞానసర్వస్వమును రచించుటకు మొదలుపెట్టిరి. కాని, వారి కృషి 1923 లో వారి నిర్యాణమువలన ఆగిపోయినది. పిమ్మట దేశోద్ధారకులును, విశ్వదాతలును అయిన శ్రీ కాశీనాథుని నాగేశ్వరరావుగారు లక్ష్మణరావుగారి కృషిని పునరుద్ధరించి కొనసాగింప ప్రయత్నించిరి. కాని, 1938 లో వారి నిర్యాణమువలన ఈ మహత్తర కార్యము అకారాంతముతో ఆగిపోయినది. ఇట్టి ఘనకార్యము కేవలము వ్యక్తులమీదనే ఆధారపడినయెడల ఆ వ్యక్తులనిర్యాణముతో ఆగిపోవుట సంభవించును. కనుక, దీనిని నిర్వహించుటకు శ్రీమంతుల తోడ్పాటు, ప్రభుత్వ సాహాయ్యము గల సంస్థ ఏర్పడవలెనన్న ఉద్దేశముతో ఈ తెలుగు భాషా సమితిని స్థాపించుట జరిగినది.

లోగడ తలపెట్టిన ఆంధ్రవిజ్ఞానసర్వస్వరచనావిధానము అకారాదిక్రమమును అనుసరించినది. అనగా సకలశాస్త్రములకును, సకలకళలకును సంబంధించిన విషయములనన్నిటిని చేర్చి, అందు గల అంశములను అన్నిటిని అకారాదిక్రమమున వివరించుటకు పూనుకొన్నది. ఇది సంప్రదాయసిద్ధమైన రచనావిధానమే అయినా, దీనిననుసరించి పని సాగించినయెడల విషయసంగ్రహణమంతా పూర్తిఅయితేనేకాని ఏయొక్క అక్షరసంపుటమైనా ప్రకటించుట సాధ్యముకాదు. ఈ పని పూర్తి కావడానికి ముప్పది సంవత్సరములకాలమయినను చాలదు. అంతవరకును తెలుగువారు ఓర్చియుండుటకు అవకాశము లేదు. స్వరాజ్యముతోపాటు స్వతంత్రరాష్ట్రముకూడా అవతరించిన తర్వాత

ఆర్థిక, సాంఘిక, రాజకీయ, సాంస్కృతిక వ్యవహారమంతా తెలుగుభాషలోనే సాగవలసియున్నది. అందుకు తోడ్పడగల వివిధరచనలతోపాటు తెలుగు విజ్ఞానసర్వస్వమును తెలుగువారికి సాధ్యమయినంత వేగముగా అందజేయవలసియున్నది. అందుచేత విషయానుక్రమణికనుబట్టి విజ్ఞానసర్వస్వరచన సాగించి, ఒకటి తర్వాత ఒకటిగా పన్రెండు సంపుటములలో గ్రంథమంతా ఇమిడ్చి ప్రకటించుటకు సమితివారు పూనుకొన్నారు. అయితే ఇట్టి రచనావిధానము 'బుక్ అవ్ నోల్డ్జి' అనే గ్రంథమునందలి రచనావిధానమువంటిదే అయి, ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వసంపుటములు ఆయావిషయములకు సంబంధించిన గ్రంథములవలె పరిణమించవలసి ఉంటుంది. ఏదైనా ఒక పదమునకు గల అర్థవిశేషములు తెలిసికొనవలెనంటే నిఘంటువు చూచుకోవలెను. ఆ నిఘంటువులో గల పదములు అకారాదివరుసను ఉండును గనుకనే ఉద్దిష్టపద మెక్కడున్నదో సులువుగా శీఘ్రకాలములో తెలిసికోగలము. ఆ విధముగానే ఒక అంశమునుగూర్చి వ్రాసిన వివరణములు విజ్ఞానసర్వస్వము చూచి తెలుసుకోగోరినవారికి ఆ అంశవివరణములు ఎక్కడున్నవో సులువుగా శీఘ్రకాలములో చూచుకొనుటకు ఆ అంశములు అకారాదివరుసను ఉండవలెను. 'బుక్ అవ్ నోల్డ్జి' రచనావిధానమువలన ఈ సౌకర్యము కలుగనేరదు. అందుచేత, ఈ రెండువిధములయిన రచనావిధానముల ఫలమును పొందగోరి, ఈ రెండువిధానముల కలయికతో ఏర్పడిన ఒక నూతనవిధానమును అనుసరించినాము.

ప్రతి సంపుటమందును మొదటి రెండు మూడు వందల పుటలలోను ఆ సంపుటమునకు చెందిన విషయమును ఆమూలాగ్రము సంక్షిప్తముగా 'బుక్ అవ్ నోల్డ్జి'లో వలె తెలియజేసి, తక్కినగ్రంథమందు ఆ విషయమందలి అంశములను సంప్రదాయసిద్ధమైన విజ్ఞానసర్వస్వరచనావిధానమును అనుసరించి నిఘంటువులోని పదములవలె అకారాదిక్రమమున పొందుపరచి వివరించినాము. అందుచేత, ఒక్కొక్కసంపుటి ఒక్కొక్క పెద్దవిషయమునకు సంబంధించిన విజ్ఞానసర్వస్వముగా తయారగుచున్నది. ఈ విధానమువలన ఎవరికి ఏ విషయమందు అభిరుచి ఉండునో, వారా విషయమునకు సంబంధించిన సంపుటమును చదువుకొనుటకు సౌకర్య మేర్పడగలదు. ప్రతి సంపుటమందును గల సంక్షేపకథనము అందలి విషయముతో పరిచయములేనివారికి జ్ఞానదాయకముగా ఉపకరించి, అకారాదివివరణములను అర్థము చేసికొనుటకు తోడ్పడగలదు.

ఈ విధానమును ఇదివరకెవరును అనుసరించి ఉండలేదు. కనుక, ఇది అపూర్వమైనది. ఇట్టి నూతన విధానమును అనుసరించి పని చేయుటలో ప్రారంభమున అనివార్యముగా కొంత తొట్రుపాటు కలిగినది. అదిగాక మొదటి సంపుటము ముద్రించుటకు సిద్ధమగునంతలో కావలసిన కాగితము దుర్లభమయినది. 16 మొదలు 10 వరకుగల పాయింటు టైపులు ప్రత్యేకించి ఈ గ్రంథ ముద్రణము కోసము తయారు చేయించి సిద్ధపరచుకొనుటకు కూడా కొంత కాలవిలంబనము తప్పినదికాదు. ఇట్టి కారణములవలన మొదటి సంపుటము ప్రకటించుట ఆలస్యమైనది. కాని, పని సక్రమమయిన మార్గములో పడినది. అందువలన మొదటి సంపుటము ప్రకటితమైన ఎనిమిది మాసముల లోపుననే ఈ రెండవ సంపుటము వెలువరింప గలిగితిమి. ఆ తర్వాత ఒకటి తర్వాత ఒకటిగా తక్కిన పది సంపుటములున్ను 1960 సరికి ప్రకటించగలమని నమ్ముతున్నాము.

ఈ విజ్ఞానసర్వస్వ కార్యకలాపమంతా సాధించడానికి కనీసం 15 లక్షల రూపాయలు కావలసి ఉంటుందని అంచనా వేయడమైనది. అభిమానులు, ఉదారులు అయిన ధనవంతులవద్ద ధనసంగ్రహణ

చేయడానికి సమితి నిశ్చయించుకొన్నది. విజయనగరం మహారాజాగారు, తిరుపతి దేవస్థానం కమిటీ, సింహాచలం దేవస్థానంకమిటీ, పిఠాపురం మహారాజాగారు, శ్రీ వి. రామకృష్ణ, ఉయ్యూరు షుగర్ ఫ్యాక్టరీ, శ్రీ గోగినేని వెంకటసుబ్బయ్యగారు మొదలగువారు ప్రశంసనీయమైన ఔదార్యముతో విరాళము లొసంగియున్నారు. దాతలనుండి చేకూరిన మొత్తము సుమారు రు. 2,20,000 లు. ఆంధ్ర రాష్ట్రం ఏర్పడకమునుపు ఉండిన మద్రాసు ప్రభుత్వమువారు సంవత్సరానికి లక్షరూపాయలు చొప్పున మొత్తము రూ. 4,28,464-14-0 ల విరాళము ప్రసాదించిరి. వీరందరికిని, మద్రాసు విశ్వవిద్యాలయభవనములందు ఈ భాషాసమితి కార్యస్థానము నెలకొల్పుకొనుటకు అనుజ్ఞయిచ్చి, మాకనేక విధముల సౌకర్యములు కలుగజేసిన వైస్‌చాన్స్‌లర్ డా. సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియారుగారికిన్ని, తమ యధీనతయందు గల చిత్రములను ఈ సంపుటములో పునర్ముద్రించుకొనుటకు - ఉచితముగాగాని స్వల్పప్రతిఫలము స్వీకరించిగాని - మాకు అనుజ్ఞ నొసగిన సంస్థలవారికిన్ని మా కృతజ్ఞతాభివందనములు (సంస్థల వివరణమునకు: చూ. గ్రంథాంతపు పుటలు).

ఈ సంపుటమును సాధ్యమయినంత నిర్దుష్టముగాను, అందముగాను, ఆకర్షణీయముగాను ముద్రించిన హిందీ ప్రచార ముద్రణాలయ కార్యకర్తలకు మా హృదయపూర్వకమయిన ధన్యవాదములు.

తెలుగువారికి సకల విద్యలనుగూర్చి జిజ్ఞాస కలిగించి, వారి బుద్ధివికాసమునకున్ను, సంస్కృతి సంపదకున్ను తోడ్పడగల విజ్ఞానమందజేసి, ఇతోఽధికముగా విజ్ఞాన సంపన్నులు కాగోరువారికి మార్గము చూపించుటే ఈ సర్వస్వ ప్రకాశకుల సంకల్పము. ఈ సంకల్పము ఏ మాత్రము నెరవేరినను ఈ తెలుగు భాషా సమితివారి కృషి సఫలమైనట్లు సంతోషింపవచ్చును.

మన్మథ-జ్యేష్ఠబహుళ దశమి
బుధవారము 15-6-1955

బెజవాడ గోపాలరెడ్డి
అధ్యక్షుడు
తెలుగు భాషా సమితి

## తెలుగు భాషా సమితి

### కార్య నిర్వాహక వర్గము

అధ్యక్షుడు : డాక్టరు బెజవాడ గోపాలరెడ్డి

ఉపాధ్యక్షులు : శ్రీ పూసపాటి విజయరామ గజపతిరాజు
డాక్టరు ఎస్. బి. పి. పట్టాభిరామారావు

కోశాధ్యక్షులు : శ్రీ పర్వతనేని బ్రహ్మయ్య

కార్యదర్శులు : పద్మభూషణ శ్రీ మోటూరి సత్యనారాయణ
డాక్టరు దండా వెంకటసుబ్బారెడ్డి

సభ్యులు : శ్రీ రాజాబొప్పరాజు రామకృష్ణరాజు
డాక్టరు ఎమ్. చెన్నారెడ్డి
శ్రీ ఎమ్. ఆర్. అప్పారావు
శ్రీ మాగంటి బాపినీడు
శ్రీ కల్లూరి సుబ్బారావు
శ్రీ పసల సూర్యచంద్రరావు
శ్రీ పందిరి మల్లికార్జునరావు
శ్రీ తుమ్మలపల్లి వీరభద్రరావు

### సర్వస్వ విధాన నిర్ణయసమితి

1. డాక్టరు సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియార్,
ఎమ్. డి., ఎల్. ఎల్. డి., డి. ఎస్‌సి., డి. సి. ఎల్. (ఆక్సెన్);
ఎఫ్. ఆర్. సి., ఓ. జి., ఎఫ్. ఏ. సి. ఎస్.,
2. శ్రీ టి. ఎస్. అవినాశలింగం చెట్టియార్, బి. ఏ., బి. ఎల్.,
3. శ్రీ మామిడిపూడి వేంకటరంగయ్య, ఎమ్. ఏ.,
4. శ్రీ విస్సా అప్పారావు, ఎమ్. ఏ., ఎల్. టి.,
5. డాక్టరు గిడుగు వేంకట సీతాపతి, బి. ఏ., ఎల్. టి., డి. లిట్.,
6. శ్రీ మాగంటి బాపినీడు, బి. ఎస్‌సి. (కార్నెల్); ఎమ్. ఎస్‌సి. (కాలిఫోర్నియా).,
7. శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావు, ఎమ్. ఎస్‌సి

# ప్రకాశకుల విజ్ఞప్తి

[ రెండవ ముద్రణ ]

భారత స్వాతంత్ర్యానంతరము అభివృద్ధి ప్రణాళికల ద్వారా అక్షరాస్యత, ఉన్నత విద్యా వ్యాప్తి ఇతోఽధికంగా జరగడంవల్ల ప్రభుత్వపరంగాను, వైయక్తిక రంగములోను పెక్కు విద్యా కేంద్రములు స్థాపింపబడి పోషింపబడడంవల్ల మొదటి ముద్రణ ప్రతులు అచిరకాలంలోనే చెల్లి పోయినవి. మన ఈ విజ్ఞాన సర్వస్వ ప్రమాణంకూడ పెక్కు విజ్ఞులచే కొనియాడబడి ఆదరింపబడుటచే ఇంకను కావల్సిన వారికి ప్రతులు అందజేసే దృష్టితో రెండవసారి ముద్రించడానికి తెలుగు భాషా సమితి పూనుకున్నది. నేడు ఈ రూపంలో పాఠకులకు అందచేయబడుతున్నది.

మొదటి ముద్రణానంతరము ఈ విజ్ఞాన శాఖలు (భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములు) పెక్కు తెరగుల అభివృద్ధి చెందినవి. ఆ విషయములను విజ్ఞాన సర్వస్వ పరిధిలోనికి తీసుకువచ్చి రెండవ ముద్రణలో పొందుపరచడానికి సంపాదకులు ప్రయత్నించి కృతకృత్యులైరని నమ్మకము.

మొదటి ముద్రణయందు 1100 పుటలలో ఉన్న విషయములను రెండవ ముద్రణలో 772 పుటలలో సంగ్రహించి ఇమడ్చవలసివచ్చినది. కొన్నిటిని యథాతథముగా విజ్ఞాన సర్వస్వ శ్రేణిలో ఇతర సంపుటములకు మార్చుట జరిగినది. మొదటి ముద్రణము సంపాదకత్వము వహించిన వారిలో గాడిచర్ల హరి సర్వోత్తమరావు 1960 లో కీర్తిశేషులైరి. శ్రీ వేమూరి విశ్వనాథశర్మ వయోవృద్ధు లగుటచే రెండవ ముద్రణకు విషయ సంపదనంతటిని పరిష్కరించు కార్యభారము శ్రీయుతులు వసంతరావు వేంకటరావు, మేడేపల్లి వరాహ నరసింహస్వామి వహించి పూర్తిచేసిరి.

1955 లో భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రము రెండవ సంపుటముగా ప్రచురించబడినది. 1956 లో ఆంధ్రప్రదేశ్ ప్రత్యేక రాష్ట్రముగా ఏర్పడి ఆంధ్ర సంస్కృతి చరిత్రయందొక నూతన యుగమునకు నాందీ ప్రస్తావన జరిగినది. తదనుగుణముగా తన కార్యకలాపములను విస్తరింపజేసి, వివిధ యూని వర్సిటీ కేంద్రములందలి పండితుల సాయముతో త్వరితగతిలో సంపుటములను వెలువరించుటకై హైదరాబాదునందును, వాల్తేరునందును కూడ సమితి తన కార్యస్థానములను నెలకొల్పినది. 1959 లో మూడవ సంపుటమును (తెలుగు సంస్కృతి) సమితి వెలువరించినది. 1960 లో 16 సంపుటముల నూతన ప్రణాళిక సిద్ధముచేసినప్పుడు తెలుగు సంస్కృతి సంపుటమునకు మరి కొంత భాగము చేర్చి దానిని రెండు సంపుటములుగా విడదీయుటకును, వెనుకటి ప్రణాళికలోని మూడవ సంపుటమును పొందిన కొద్దిమంది కొరకు అదనముగా చేర్చిన భాగమును మాత్రము అనుబంధ సంపుటముగా ప్రకటించుటకును నిశ్చయింపబడినది. ఆ ప్రకారము పూర్వవత్సరములందు గడించిన అనుభవము కారణముగ సమితి తన కార్యక్రమమును మరింత శీఘ్రగతిని కొనసాగించి 1961 లో నాలుగవ సంపుటము (తెలుగు సంస్కృతి - ౨) తెలుగు సంస్కృతి అనుబంధము, అయిదవ సంపుటము (అర్థ, వాణిజ్య, భూగోళ శాస్త్రములు), ఆరవ సంపుటము (విశ్వ సాహితి) యును, 1963 లో ఏడవ సంపుటము (దర్శనములు, మతములు) వెలువరింపగలిగినది.

విజ్ఞాన సర్వస్వ నిర్మాణము బహువ్యయ ప్రయాసలతో కూడినపని. దాతలనుండి చేకూరిన మొత్తం నేటికి, రు. 2,50,000 లు. ప్రత్యేక ఆంధ్రరాష్ట్రము ఏర్పడకమునుపు ఉమ్మడి మద్రాసు ప్రభుత్వమువారు సంవత్సరమునకు లక్ష రూపాయలు చొప్పున ఐదు సంవత్సరములకు ఐదు లక్షలు ఇచ్చుటకు వాగ్దానము చేసిన విరాళములో 1963-64 వ సంవత్సరాంతమునకు మద్రాసు, ఆంధ్ర రాష్ట్ర ప్రభుత్వములు ఇచ్చిన మొత్తము రు. 4,87,964-87 లు. మార్చి 1962 నాటికి కేంద్రప్రభుత్వ శాస్త్రపరిశోధన, సాంస్కృతిక వ్యవహారాల మంత్రిత్వశాఖ రు. 1,80,000 లు గ్రాంటుగా ఇచ్చినది. వీరందరికిని, సమితి భవన నిర్మాణానికై దీర్ఘకాల కౌలు పద్ధతిమీద ఎ. 1.50 సెంట్ల భూమిని తమ ప్రాంగణమున కేటాయించి ఇచ్చిన ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ వైస్ ఛాన్సలర్ డాక్టరు డి. యస్. రెడ్డిగారికిని, మద్రాసు యూనివర్సిటీ భవనములందు తెలుగు భాషా సమితి కార్యస్థానము నెలకొల్పుకొనుటకు అవకాశము కల్పించి అనేక విధములగు సౌకర్యములు కలుగజేసిన వైస్ ఛాన్సలర్ డాక్టరు సర్ ఆర్కాటు లక్ష్మణస్వామి మొదలియార్ గారికిని, వాల్తేరులో శాఖా కార్యాలయము ఉన్నంతకాలము (1963 వరకు) తమ భవనములో ఉచితముగ స్థలము ఇచ్చిన ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ వెనుకటి ఉపాధ్యక్షులు కీ. శే. వి. ఎస్. కృష్ణగారికిని, ప్రస్తుతోపాధ్యక్షులు డాక్టరు ఏ. ఎల్. నారాయణగారికిని, తమ అధీనమునందు గల చిత్రములను పునర్ముద్రించుకొనుటకు అనుమతి నొసగిన వివిధ సంస్థల వారికిని మా కృతజ్ఞతాభివందనములు.

ఈ సంపుటమును సాధ్యమైనంత నిర్దుష్టముగను, అందముగను, ఆకర్షకముగను ముద్రించిన హిందీ ప్రచార ప్రెస్ కార్యకర్తలకు మా ధన్యవాదములు.

శక 1885 ఫాల్గున 25, ఆదివారం 1964 మార్చి 15

మోటూరి సత్యనారాయణ
దండా వేంకటసుబ్బారెడ్డి
కార్యదర్శులు
తెలుగు భాషా సమితి

బెజవాడ గోపాలరెడ్డి
అధ్యక్షుడు
తెలుగు భాషా సమితి

# సంపాదకుల విన్నపము

[మొదటి ముద్రణ]

తెలుగుభాషాసమితి కార్యనిర్వాహకులు పూనుకొన్న విజ్ఞానసర్వస్వప్రచురణములలో 'భౌతిక - రాసాయనిక' శాస్త్రగ్రంథము రెండవది. ఈ సర్వస్వమును రచించు విధానమును గురించి అనుసరించబడిన ప్రణాళిక మొదటిసంపుటమందలి 'విన్నపము' లో వివరింపబడినది. కాబట్టి యా విషయము నిక్కడ తిరిగి తడవ బనిలేదు.

ఈ శాస్త్రసంపుటము రెండుఖండములలో రచించబడినది. అందు మొదటిది 'భౌతిక శాస్త్రము,' రెండవది 'రాసాయనికశాస్త్రము'. ద్రవ్యమనుపదార్థ మొకటి గలదని గుర్తించి దాని భౌతికస్వభావములను వివరించుభాగమునకు భౌతికశాస్త్రమనియు, ఆ ద్రవ్యముల పరస్పర సంయోగమువలన జనించు మార్పుల ననుశీలించు భాగమునకు రసాయనశాస్త్రమనియు పేరు. ఈ రెండుశాస్త్రములును ప్రయోగప్రధానములే. ప్రయోగముతో ప్రత్యవేక్షణను జోడించి ఇంద్రియప్రత్యక్షములగు సంఘటనల నుపయోగించి, నియమములను స్థాపించి, సిద్ధాంతకల్పనకు కడంగుట ప్రాయోగికశాస్త్రముల పరిపాటి. ఇట్టి శాస్త్రవిషయములగురించిన సమగ్రసమీక్ష, ఈ విజ్ఞానసర్వస్వము యొక్క ముఖ్యయత్నము. ఆంధ్రభాషలో నూతన మీయత్నము. దీని సార్థకతను నిర్ణయించుటకు పాఠకలోకమే ప్రమాణము.

ఈ సంపుటము ముద్రించుటలో మా కనేకవిధముల తోడ్పడి, మేమున్ను, చిత్రకళాపర్యవేక్షకులైన శ్రీ మంత్రవాది వేంకటరత్నంగారును కోరినట్లుగా అచ్చుపని అందముగాను, సాధ్యమైనంతవరకు నిర్దుష్టముగాను సాగించినందులకు హిందీప్రచారముద్రణాలయ కార్మికులకున్ను, ముఖ్యముగా మా కన్నివిధముల సౌకర్యముల సౌహార్దముతో సమకూర్చి పని చురుకుగా జరిపించిన ప్రెస్ మేనేజరు శ్రీ గోవిందఅవస్తీగారికిన్ని మా కృతజ్ఞతాభివందనములు.

గాడిచెర్ల హరిసర్వోత్తమరావు

వసంతరావు వేంకటరావు

వేమూరి విశ్వనాథశర్మ

సంపాదకులు

# భౌతికశాస్త్రము

## మా మనవి

[మొదటి ముద్రణ]

తొలిసంపుటములో చెప్పినట్లు ప్రస్తుతము ప్రచారములోనున్న విజ్ఞానమునంతటిని పండ్రెండుసంపుటములలో విభజించి ప్రచురించుటవలన, ఏవిజ్ఞానశాఖయందభిరుచియున్నవారా ప్రత్యేకసంపుటమును కొని చదువుకొనుటకు సౌకర్యమెంతేనియు కలదు.

అదిగాక ప్రతిసంపుటమందు ఆయావిజ్ఞానశాఖకుచెందిన విషయము తొలిని సంక్షేప రూపమున నీయబడుటచే, పాఠకుని కావిజ్ఞానశాఖయొక్క ఆమూలాగ్రవిస్తృతి సులభావగాహ మగును. అనగా నాశాస్త్రమందేయేవిషయములు ప్రతిపాదింపబడినవో ఝుడితిగా తెలిసికొనుటకు వీలగును. తరువాత నకారాదిక్రమమున నుద్ధృతమైన విషయవిస్తారము, పాఠకునికిచ్చవచ్చిన ప్రకరణమును సులభముగా నందజేయగలదు.

ఈ సంపుటమునకుచెందిన భౌతికశాస్త్రభాగములోని విషయసంపద మాలోనొకరైన శ్రీ వసంతరావు వెంకటరావుగారిచే సంగ్రహింపబడినది. తద్జ్ఞులగు రచయితలనుండి వ్యాసములు సమితికార్యస్థానమును చేరగనే, ఆంగ్లభాషలోనున్నవాటి కనువాదమును పొందుపరచియు, తెలుగులోనున్నవాటిని యేకరూపమగు భాషలో పెట్టి సవరించియు, ఆవ్యాసములు తిరిగి ఆయారచయితలకు పంపి వారిచే నవి యథామాతృకములని యంగీకరింపబడినతరువాతనే ముద్రణకీయబడినవి. ఈ భాగముయొక్క రచనలో సమీక్షయందు, అకారాదిక్రమమందు కొన్ని వ్యాసములను వ్రాసియు, తక్కిన వ్యాసరచయితలు వ్రాసిపంపిన వ్యాసములయొక్క సంపాదన, సంస్కార కార్యములందు మాకు సకలవిధముల తోడ్పడిన శ్రీ ఏ. వి. ఎస్. రామారావుగారికి మేమెంతయు కృతజ్ఞులము.

వసంతరావు వేంకటరావు
ప్రధాన సంపాదకుడు

మేడేపల్లి వరాహనరసింహస్వామి
సచివ సంపాదకుడు

# రసాయనశాస్త్రము

[మొదటి ముద్రణ]

## తొలిపలుకు

ద్రవ్యరచనావిధానములో భౌతికరాసాయనికవికార విభజనము, తదనుగుణములగు సిద్ధాంతములు స్థూలదృష్టిలో వర్తించును గాని అతిసూక్ష్మస్థాయిలో నప్పించుట దుర్ఘటము. ద్రవ్యము, శక్తి పరస్పరము పరివర్తనావస్థలో నున్నపుడు భౌతికరాసాయనికపు మార్పులందలి తేడాలు వేరుకేగాని స్వతహా మృగ్యమగును. కావున, స్థూలపరిమాణముల విషయముననే భౌతిక రాసాయనిక సిద్ధాంత నిర్ణయములు వ్యావహారికదశలో వర్తించుననియు, విషయనిరూపణకు అట్టి విభజన అవసరమనియు పాఠకులు గ్రహించవలెను. ఈ విషయము సమీక్షలోను గ్రంథాంతర్భాగమునను విస్తరించబడినది.

ఈ సంపుటములో చొప్పించిన విషయవిస్తరణము భౌతికశాస్త్ర భాగములో మొదటి సంపుటిలో చెప్పిన ప్రణాళికప్రకారమే జరిగినను, రాసాయనిక శాస్త్రభాగమునందు మాత్రము ఈ షద్భేదము కాననగును. సమీక్షలో ముఖ్యవిషయములను సంక్షేపముగా తెలిపి విషయ విస్తరణము గ్రంథభాగమున వివరింపబడినది. కాని సమీక్షలోను, గ్రంథాంతర్భాగములోను విషయ విశదీకరణము అకారాదిక్రమమున జరుగలేదు. శాస్త్రవిజ్ఞానము కోరవడియున్నవారికి ద్రవ్య నిజస్వభావము, రచనావిధానము, ఉపయుక్తమగు ప్రక్రియల నిరూపణము ముఖ్యముగాని, అ - కారాదివివరణము విశిష్ట ఫలదాయకము కాదని తలచితిని. ఐనను గ్రంథాంతమున భౌతిక రాసాయనిక భాగములకు సంబంధించిన విషయములను సూచించు సమష్టిపట్టిక అ - కారాది యేక వర్గములోనే తెలుపబడినది. ప్రత్యేక వ్యాసములయం దభిరుచిగల పాఠకులకీ సమష్టిపట్టిక యుపకరించును. ఇంతియగాక పాఠకులయభిప్రాయాను సారముగ ద్వితీయముద్రణములో విషయవిస్తరణ ప్రణాళిక మార్చుకోవచ్చును.

ఈ సంపుటమందలి ఆయాశాస్త్రభాగములలో అద్యతనవిజ్ఞాన విస్తారమునుకూడ పొందుపరచి విషయగ్రహణము వీలైనంతసమగ్రముగ గావింపబడినది. కాని గ్రంథనియమమును, సామాన్య జనుల గ్రాహ్యతాశక్తిని గమనించి కొన్నివ్యాసములలోని కూలంకష వివరణములు తప్పిల్లు, సంక్షిప్తము చేయబడినవి. ఇందువలన రసాయనశాస్త్రావధికిగాని, విషయావలోకనమునకుగాని భంగము కలుగదని చెప్పవచ్చును.

ఈ రాసాయన శాస్త్రభాగములో సమీక్షగాక అయిదు విభాగములున్నవి. 81 వ్యాసములు, సందర్భానుసారముగ త్రివర్ణచిత్రపటములు, చిత్రపటములు, అవసరమగుచోట్ల పట్టికలు, యౌగిక సాంకేతికములు, గ్రాఫులు చేర్చబడినవి. విషయము సులభముగ బోధపడుట కివి చక్కగ నుపకరించును. గ్రంథభాగముల పేర్లు, వ్యాసముల శీర్షికలు, రచయితలపేర్లతోసహా గ్రంథాదిని చూడ నగును. సులభముగ విషయము బోధపడునట్లు వ్రాయుటయే పరమావధిగ గ్రహించబడినది. వ్యాసాదిని కొన్నిచోట్ల పునరుక్తులున్నను విషయాను పూర్వికొరకే అట్లు చేయబడినది. ప్రాచీన వైజ్ఞానికుల కృషిని సమీక్షచేసిన తావులలో సందర్భాను సారముగ భారతీయవిజ్ఞానకథనము విడిచిపెట్టలేదు.

సాంకేతికపదముల ప్రయోగమునుగురించి యిచ్చట కొంతచెప్పవలసియున్నది. సాధారణముగ అంతర్జాతీయ పదములే వాడబడినవి. తెలుగునాడులో ప్రాయశః వాడుకలోనున్నపదము లట్లే వాడుకజేసి, వాటికి సదృశమైన అంతర్జాతీయములుకూడ తెలుపబడినవి. కేవలము అన్యభాషా పదములు ప్రయోగించిన తావులలో వాటిఅర్థము తెలుగులో సులభముగ బోధపడునట్లు వివరింప బడినది. కొన్నిపరిభాషాపదముల వాడుక ఆంధ్రదేశమందు ప్రచారములోనున్న పాఠ్యగ్రంథములలో నిదివరకే పరిపాటియైనది. అందుచేత వాటి నిక్కడ ధారాళముగా వాడవలసివచ్చినది. కాని యౌగికముల పేర్లు సమాసతుల్యములైనపుడు అంతర్జాతీయపదములనే వాడకతప్పదు. 'ఆమ్లజని' 'ఉదజని' పరిపాటియైనపదములు కాని సమాసపదములలో 'ఆక్సీకార్బాలికామ్లము' అనియు, 'హైడ్రోకార్బొనేటు' 'హైడ్రోసల్ఫేటు' అనియు వాడబడినవి. అందుచేతనే ఆమ్లజనికి 'ఆక్సిజని', ఉదజనికి 'హైడ్రోజని' పర్యాయపదములుగ చూడనగును. ఇట్లే మూలద్రవ్యముల పేర్లు, వాటి యౌగికములు అంతర్జాతీయ సంప్రదాయ ప్రకారము వాడుకచేయడమైనది. కొన్ని సాంకేతిక పదములు మార్పు లేకుండ గ్రహించబడినవి. ఇవి ముఖ్యముగా శాస్త్రాన్వేషణకు సంబంధించిన పరికరములు; వ్హీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి', 'పొటెన్షియామీటరు', 'రాడార్' మొదలగునవి. కొన్నిటికి తెలుగు అనువాదము రూఢి చేయబడినది; 'టెలిస్కోపు' కు 'దూరదర్శిని', 'మైక్రాస్కోపు' కు 'సూక్ష్మదర్శిని', 'అల్ట్రా మైక్రోస్కోపు' కు 'అతిసూక్ష్మదర్శిని' ఇత్యాదులు. 'కాంపౌండు' కు 'యౌగికము', ఎలిమెంటు 'కు 'మూలద్రవ్యము', అటామిక్ ఫిషను' కు 'పరమాణుభేదనము', 'న్యూక్లియస్' కు 'కేంద్రకము' 'కుదురు', 'థియరీ ఆఫ్ రెలిటివిటీ'కి 'సాపేక్షవాదము' మొదలగు ప్రయోగములు ధారాళముగ వాడుకలోనికి తేబడినవి.

ఈ సంపుటి నిర్మాణములో శ్రీ వసంతరావు వేంకటరావుగారు సంగ్రాహకులుగాను, శ్రీ హరి ఆదిశేషువుగారు సహాయకులుగాను ప్రప్రథమమున కృషిసల్పి వ్యాసములను, వాటికర్తలను నిర్ణయించి ఉత్తరప్రత్యుత్తరములు జరిపి విషయరూపము నేర్పరచుటయేగాక వ్యాసములనుకూడ సంపాదించిరి. అందు ఆదిశేషువుగారి రచన లున్నవి. వారిరువురు వైదొలగవలసినసమయ మేర్పడినప్పుడు రసాయనశాస్త్రభాగమునకు సంపాదకుడుగా నుండుటకు సమితి కార్యనిర్వాహకులు నన్ను కోరిరి. ఆ సమయముననే శ్రీయుత మేడేపల్లి వరాహనరసింహస్వామిగారు సమితికార్యాలయమున ప్రవేశించిరి. వీరికృషి యపారమని చెప్పవచ్చును. అదివరకు సేకరించినవ్యాసములను పరిశీలించి, పంపనివారికి తిరిగి వ్రాయుచు, మితిమీరనుపేక్షించినవారిరచనలను తానే వ్రాయుచు, ఆయా వ్యాసముల భాగవిభజనయందును, స్థలనిర్ణయమునందును నాకు తోడ్పడుచు పెక్కుముఖముల పనిచేసిరి. వారికి నాకృతజ్ఞతను సంతోషపూర్వకముగ తెలుపుచున్నాను.

రసాయనశాస్త్రసమీక్షారంభమందలి 'విషయపరిచయము' ఆ తరువాత మొదటివిభాగ ప్రవేశము మాత్రమే నేను వ్రాసితిని; మిగిలినభాగములన్నియు తద్జ్ఞులచే వ్రాయబడినవి. వారి పేర్లు గ్రంథాదిని ప్రకటితమైనవి. కొన్నివ్యాసభాగములు సందర్భమునుబట్టి వేర్వేరు శీర్షికల క్రింద ప్రకటించవలసివచ్చినది. ఇట్టి రచనాదక్షుల కందరికి నాకృతజ్ఞతావందనము లర్పించుచున్నాను. ప్రతివ్యాసమును సంపూర్ణముగా చదివి, సందర్భానుసారముగ మార్చి, అర్థ సౌలభ్యమునకు, తెలుగునుడికారమునకు అనువగునట్లుచేయుటకు ప్రయత్నించితిని. ఈ విషయమున పాఠకులే నిర్ణయకర్తలు.

పట్టుదల, కార్యదీక్ష, చాకచక్యము ఇట్టి గుణసంపత్తి కలిగియుండుటచేతనే సమితి కార్యదర్శియగు, శ్రీయుత మోటూరి సత్యనారాయణగారు ఈ శాస్త్రసంపుటి నిప్పటికైనను ప్రచురింపగలిగిరి. ఇందు కాంధ్రులు తరతరములు కృతజ్ఞులు కాగలరు.

విజ్ఞానసర్వస్వమువంటి యుద్గ్రంథములు జనసామాన్యమున కంత యుపకరించవు. నిత్య కృత్య వ్యవహారములో జనసమూహమునందు శాస్త్రీయదృక్పథమును పెంపొందించి, తద్వారా వివేకాభివృద్ధి జరుగుటకు సర్వస్వమందలి విషయములను ప్రత్యేకించి, సులభశైలిలో శాస్త్రీయ విజ్ఞానమును వెదజల్లినప్పుడే సమితివారి యభీష్టము సిద్ధించగలదు.

బాపట్ల
20 - 5 - 1955

వేమూరి విశ్వనాథశర్మ
సంపాదకుడు

# సంపాదకుల విన్నపము

[ రెండవ ముద్రణ ]

తెలుగు భాషా సమితి కార్యనిర్వాహకులు పూనుకొన్న విజ్ఞానసర్వస్వ ప్రచురణములలో 'భౌతిక - రాసాయనికశాస్త్ర' గ్రంథము రెండవ సంపుటముగా 1955 వ సం॥ న సుగృహీతనామ ధేయులును, స్థితప్రజ్ఞులు అగు కీర్తిశేషులు రాష్ట్రపతి బాబూరాజేంద్రప్రసాద్ గారిచే హైదరాబాదులో విడుదల చేయబడినది.

1955 నుండి నేటికి ఇంచుమించు ఒకదశ గడచినది. నవనవోన్మేష సంచాలితమగు విజ్ఞాన ఝరి ఎన్నియో మెలికలుదేరి, ఎన్నియో శాఖలు బారి ఇంతలో నెంతయో పెంపునుగన్నది. క్రిందటి ప్రచురణలో తడవబడనివి, నాటికింకను ప్రస్ఫుటాకారమును స్వీకరించనివి, తరువాత వెలుగు చూచినవి, ఎన్నో విజ్ఞానవిషయములు అవతరించినవి. ఈ ప్రత్యక్షీకృత విషయవిస్తారమును సంక్షిప్తముగానైన ప్రేక్షావంతులకందజేయు బాధ్యతను విజ్ఞాన సర్వస్వ రచనాప్రతిభువులగు కార్యనిర్వాహక వర్గము వారుగ్రహించి, ఈ సంపుట నూతనశోధన, ప్రచురణములకు వలయు కార్యప్రణాళికను సిద్ధపరచి, ప్రథమముద్రణ సంగ్రాహకులుగా పనిచేసినమాకు, నూతన నిర్మాణమునకు ఆదేశమిచ్చి, పూర్వమువలె సర్వతోముఖ ప్రోత్సాహము కల్పించినారు. వారి ఆదేశమును అనుసరించి ఈ పునస్సంశోధనకు మేము గడంగితిమి.

ఇందు సమీక్షాగ్రంథమును విషయసంపదకు భంగమురాకుండ సంక్షేపించుట ప్రథమ గణ్యమైన విషయము.

పరస్పర సాపేక్షములు, పరస్పర సంపూరకములు, అత్యంత సన్నికృష్టములును ఒకే వైజ్ఞాన దర్శనముయొక్క రెండు దృక్పథములుగ విషయతాదాత్మ్యమును ప్రదర్శించుటకై నిత్యయత్నము గావించుచున్న ఈ జంటశాస్త్రముల సహజస్నేహమునకు భంగము వాటిల్లకుండ అకారాదిలో ఒక గుదిగా ఈ రెండు వైజ్ఞానిక శిక్షణల చేర్చియుంచుట రెండవది. ఈ శతాబ్దము ప్రథమ దశకములో ప్రాదుర్భవించిన క్వాంటంవాదము, సాపేక్షతా సిద్ధాంతము అను రెండు నూతన విజ్ఞానశాఖలు, ఇదివరకు శాస్త్రసౌధమునకు ఆధారస్తంభములుగా నాచరించిన కాల, దేశ, కార్య, కారణభావముల తారుమారుజేసి, విజ్ఞానశాస్త్ర పర్యాలోచన ధోరణియందే విప్లవము తెచ్చిపెట్టినవి. ఈ నూతన దార్శనికదృష్టి మొదట భౌతికశాస్త్రమును ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్ వంటి అతి సూక్ష్మకణముల ప్రవర్తనను అనుశీలించుటయందు తాకినది. ఆ దృష్టి క్రమముగా రాసాయనికశాస్త్రముపై బడి రాసాయనిక సంయోగ భావమునకు నూతనవ్యాఖ్య సమకూర్చినది. ఈ విషయముల కూలంకషవివరణకు కఠోర గణితశాస్త్ర మావశ్యకము. పాఠకుని ప్రౌఢగణితశాస్త్ర గహ్వరమందు పడద్రోయ నిచ్చగింపక, పీఠికైనంతమట్టుకు గణితశాస్త్ర పరిచయము నపేక్షించకుండ, సాధారణపఠితలకు సులభావగాహమగు రీతిని ఈ విషయములను సమగ్రముగ ఈ రెండవ ప్రచురణయందు మాయొప్పిన చొప్పున అర్పించితిమి. మాయత్నమీవిషయమున ఎంతమట్టునకు ఇష్టఫలావసాయి అయినదో నిర్ణయించుటకు విజ్ఞపాఠక లోకమే ప్రమాణము.

రాసాయనికశాస్త్రమందు ఇందు క్రొత్తగాచేర్పబడిన విషయములు, చైనీయ రసవాదము, ప్రోటీన్‌ల నూతన వర్గీకరణము ; భౌతికశాస్త్రమందు అర్ధవిద్యుద్వాహకములు, ట్రాన్సిస్టార్‌లు,

కేంద్రక భౌతికశాస్త్రమున చేర్చబడినవి. విశ్వకిరణములు, తరంగయాంత్రికశాస్త్రము, మౌలికకణములు నేటివైజ్ఞానిక రంగమందవిగన్న స్ఫూర్తి ప్రదర్శించబడినది. యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యములు, నోబెల్ బహుమానమువంటి ప్రకరణములు నూతనావిష్కరణ సంపన్నములుగా చేయబడినవి.

ఈ రెండవ ముద్రణములో రాసాయనిక భౌతికశాస్త్ర విషయవిస్తరణము 150 పుటలకు పరిమితము చేయబడుటచే క్రిందటిముద్రణలో కన్పట్టుఉర్వర్యభౌతిక విజ్ఞానము, కాలనిర్ణయము, కృత్రిమవర్షము, గాలక్సీలు, భూభౌతిక విజ్ఞానము, మేఘవిజ్ఞానము, వాతావరణ శాస్త్రమువంటి వ్యవసాయ, ఖగోళ శాస్త్రములు మొదలగువాటికి చెందిన ఆనుషంగికశాస్త్రముల విషయములు ప్రస్తుత ముద్రణయందు పరిహరింపబడినవి. ఈ ప్రకరణములు ఆయావిజ్ఞాన సర్వస్వ సంపుటములలో ఉచితస్థలములలో చేర్చబడినవి.

ఈ మాయత్నము శీఘ్రఫలోదర్కమగుటకు ప్రధానకారణము మాకెప్పటికప్పుడు అడుగుటయే తడవుగా, అవశ్యకసౌకర్యముల చేకూర్చుచు, సందిగ్ధఘట్టముల, అమూల్యోపదేశముల నందించుచు, అన్నివిధముల మమ్ము ప్రోత్సహించిన ఉదారచారిత్రులు, సంస్కృతశీలురు, మంత్రిత్వకోవిదులు, అధికారదక్షులు అగు పద్మభూషణ శ్రీమోటూరి సత్యనారాయణగారికిని, డాక్టరు దండా వెంకట సుబ్బారెడ్డిగారికిని సాభివాదముగ మాకృతజ్ఞతను తెలియపరచుచున్నాము.

ఈ రెండవప్రచురణ ముద్రణమందు మాకెల్లవిధముల తోడ్పడుచు, ముద్రణకార్యమును స్వయముగ పర్యవేక్షించుచు లేఖనముద్రణ దోషములనిశిత దృష్టితో ఒడ్డిగిలించుచు, ముఖ్యముగ వైదేశిక పదముల ఉచ్చారణను అంతర్జాతీయ సమాఖ్యామోదితరీతుల సవరించుచు, ముద్రణ కార్యమును విజయవంతముగ ఫలపర్యంతము పర్యవేక్షించిన శ్రీ బుడ్డిగ సుబ్బరాయన్‌కు మా కృతజ్ఞతను, శుభాకాంక్షలను అర్పించుచున్నాము.

అధికారికస్థానమునందుండి, సమితికార్యనిర్వాహకపరుడై, మమ్ము అనేకసార్లు వేధించినసాంకేతిక సమస్యలనెల్ల కడుకౌశలముతో పరిష్కరించుచు, మాకు సలహాలనిచ్చుచు, సర్వవిధముల ప్రోత్సహించిన శ్రీ ఈరంకి రాయన్‌కు మానిరుపధిక కృతజ్ఞతాభివాదముల నందించుచున్నాము.

ముద్రణాశిల్పమునకు, తొలిముద్రణలో రాష్ట్రపతి బహుమానమునందుకొనుటకు కారణభూతమైన, అనన్యసాధ్యసాంకేతిక నిపుణతను ఇందుకూడ ప్రదర్శించి, సంపుటమును సర్వాంగ సుందరముగ ముద్రించిన దక్షిణభారత హిందీప్రచారప్రెస్ వారికి, ముఖ్యముగ ఆ ముద్రణాలయాధికారి, బహుముఖముద్రణ సాంకేతిక విద్యావిశారదుడు అగు శ్రీ గోవిందఅవస్థీగారికి మా హృదయంగమ ధన్యవాదములు.

వసంతరావు వేంకటరావు

మేడేపల్లి వరాహనరసింహస్వామి

సంపాదకులు

# రచయితలు

అన్నారావు. శ్రీ అన్నారావు, వి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
ఆంధ్రా మెడికల్ కాలేజీ, విశాఖపట్టణం.
హైడ్రోకార్బన్‌లు (భాగము).

అ. వెం. సూ. రా. శ్రీ రామారావు, ఏ. వి. ఎస్.,
కాకినాడ.
గుమ్మటము; చంద్రశేఖర్, సుబ్రహ్మణ్యా; టారిసెల్లి, ఇవేంజిలిస్టా; దూరదర్శిని; పరావర్తనము; భాభా, హెూమీజహంగీర్; యంగ్, టామస్; వాట్, జేమ్స్; వోల్టా, కౌంట్ అలిసాండ్రో.

ఇ. పి. జ. శ్రీమతి జకరయ్యా, ఇ. పి., ఎమ్. ఏ.,
లెక్చరర్, ది విమెన్స్ క్రిష్టియన్ కాలేజీ, మద్రాసు.
లోలకము (సామాన్య).

ఎస్. బి. వి. కె. రావ్. శ్రీ కృష్ణారావు, ఎస్. బి. వి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, ఎమ్. ఆర్. కాలేజీ, విజయనగరం.
కోబాల్ట్; క్రోమియమ్; నికెల్; మాంగనీస్; మాంగనీస్‌వర్గము; ముడిఖనిజములు – ధాతుసాధన.

ఎస్. రా. రా. డాక్టరు రాజేశ్వరరావు, ఎస్., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.,
అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్ ఆవ్ ఫిజిక్స్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, సికిందరాబాదు.
ఎక్స్ (X) కిరణములు; ఎక్స్ (X) కిరణములు – స్ఫటికరచన; మెరుపు.

ఎమ్. గౌ. శా. డాక్టరు గౌరీనాథశాస్త్రి, ఎమ్., ఎమ్. ఏ., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.,
ప్రిన్సిపాల్, హిందూ కాలేజీ, మచిలీపట్నం.
కేతోడ్ కిరణములు; డప్లర్ సూత్రము; పరిమాణవిధానము.

ఎమ్. రా. శ్రీ రామనాథం, ఎమ్., ఎమ్.ఎస్‌సి.,
అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్ ఆవ్ ఫిజిక్స్, ప్రెసిడెన్సీకాలేజీ, మద్రాసు.
తరంగచలనము.

ఎమ్. శ. శ్రీమతి శకుంతల, ఎమ్., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
బెనారస్ హిందూ యూనివర్సిటీ, బెనారస్.
గాల్వనీ, లూయిగీ; గౌస్, కె. ఎఫ్.

ఎల్. ఆర్. ఆర్. శ్రీ రామచంద్రరావు, ఎల్., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.,
ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
వర్ణద్రవ్యములు.

ఏ. ఎల్. నా. శ్రీ నారాయణ, ఏ. ఎల్., బి.ఏ., ఎల్.టి.,
హెడ్‌మాస్టరు, ఎలమంచిలి.
స్టోక్స్, సర్ జార్జిగేబ్రియల్ బేరొనెట్.

ఏ. మా. శ. — శ్రీ మార్కండేయశర్మ, ఏ., బి. ఎస్‌సి., బి. ఇడి.,
సైన్సు అసిస్టెంటు, పి. ఆర్. కాలేజీ స్కూలు, కాకినాడ.
జౌల్ నియమము; డేవీ రక్షకదీపము; విద్యుత్‌కొలిమి; విద్యుత్‌దీపములు - I; విలోమవర్గ నియమము.

ఏ. వ్యా. — శ్రీ వ్యాస మహేశ్వరుడు, ఏ., బి.ఏ., ఎల్.టి.,
సైన్సు అసిస్టెంటు, పి. ఆర్. కాలేజీ స్కూలు, కాకినాడ.
తునికోల; తుల.

ఏ. సీ. మూ. — శ్రీ సీతారామమూర్తి, ఏ., బి.ఏ., ఎల్.టి.,
డిప్యూటీ ఇన్‌స్పెక్టర్ ఆవ్ స్కూల్సు, ఏలూరు.
భారమితి.

కి. రం. చా. — కి. రే. రంగాచార్యులు, కిళాంబి., ఎమ్.ఏ., బి.ఎల్.,
విజయనగరం.
భౌతికవిజ్ఞానసమీక్ష – ప్రస్తావన.

కె. ఎన్. — డాక్టరు నీలకంఠం, కె., ఎమ్.ఏ., పి.ఎచ్‌డి., డి. ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఐ. ఎస్‌సి.,
ప్రొఫెసర్ ఆవ్ కెమిస్ట్రీ, ఎస్. వి. యూనివర్సిటీ, తిరుపతి.
అల్యూమినియము; అరొమాటిక్ అజోయాగికములు; అరొమాటిక్ ఎమీన్‌లు; ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్‌లు; కాడ్మియమ్; జింకు; జింకువర్గము; డై అజోయాగికములు; పాదరసము.

కె. ఎన్. రావు. — శ్రీ రావు, కె. ఎన్., ఎమ్.ఎస్‌సి., పి.ఎచ్‌డి.,
నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ, న్యూఢిల్లీ.
వర్ణమాల (అణు).

కె. ఎస్. మూర్తి. — శ్రీ మూర్తి, కె. ఎస్., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
అసిస్టెంటు ప్రొఫెసర్ ఆవ్ కెమిస్ట్రీ, మెడికల్ కాలేజీ, మద్రాసు.
విషమ వలయ యాగికములు; హైడ్రోకార్బన్ హేలైడ్‌లు.

కె. ఎస్. ల. — శ్రీ లక్ష్మణరావు, కె. ఎస్., ఎమ్. ఎస్‌సి,
క్యూరీ, పియరీ; క్యూరీ, మేరియా స్క్లోడవ్‌స్కా; జేమాన్, పీటర్; బెక్రెల్, ఆంట్వాఁ ఆన్రి; మైకేల్సన్, ఆల్బర్ట్; రన్టజన్, విల్‌హెల్మ్‌కాన్రాడ్; లిప్‌మన్, గేబ్రియల్; లెనార్డ్, ఫిలిప్ ఇ. ఏ. ఫాన్; లోరెన్ట్స్, హెండ్రిక్ అంటూన్.

కె. గె. — శ్రీమతి గెర్‌ట్రూడ్, కె., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
లెక్చరర్, లేడీహాంఫ్ కాలేజీ ఫర్ విమెన్, గుంటూరు.
కెప్లర్, జోహాన్; కెల్విన్, విలియమ్ టామ్సన్; జీన్స్, సర్ జేమ్స్ హాప్‌వుడ్; జౌల్, జేమ్స్ ప్రెస్కాట్; లాజ్, ఆలివర్; హెల్మ్‌హోల్ట్స్ హెర్మన్, లుడ్విగ్; హైగెన్జ్, క్రిష్టియన్.

కె. తా. — శ్రీ తాతాచారి, కె., బి. ఎస్‌సి.,
హైదరాబాదు.
అయస్కాంత క్షేత్రము; గ్రామఫోన్.

కే. రం. — శ్రీమతి రంగనాయకమ్మ, కె., ఎమ్. ఏ., ఎల్. టి.,

ఆపిల్‌టన్, ఎడ్వర్డ్ విక్టర్ ; పౌలీ, వుల్ఫ్‌గాంగ్ ; బెల్, అలిగ్జాండర్ ; బ్రిజ్‌మన్, పెర్సీ విలియమ్స్ ; రాబీ, ఇసిడోర్ ఐజక్ ; స్టెర్న్, ఆటో.

కె. ల. — శ్రీమతి లక్ష్మి, కె.,
మద్రాసు - 4.

చాడ్విక్, సర్ జేమ్స్ ; ఫెర్మి, ఎన్రికో ; రామన్, చంద్రశేఖర వెంకట ; లారెన్స్, ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండో ; ష్రడింగర్, ఎర్విన్ ; హెస్, విక్టర్ ; హైజన్‌బర్గ్, వెర్నర్ కార్ల్.

కె. వెం. — శ్రీ వెంకటేశ్వర్లు, కె., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఐ. పి.,

గురుత్వాకర్షణము.

కొ. సు. రా. — శ్రీ వెంకటసుబ్బారావు, కొమరవోలు., బి. ఏ.,

గిల్బర్ట్, విలియమ్ ; గేరికె, ఆటోఫాన్ ; డైనమో ; ఫిట్స్‌జెరాల్డ్, జార్జి ఫ్రాన్సిస్ ; ఫ్రాన్క్‌లిన్, బెన్జమిన్ ; ఫ్లెమింగ్, జె. ఏ.

చ. స. నా. — శ్రీ సత్యనారాయణ, చల్లా., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
ఫిజిక్స్ లెక్చరర్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు.

ఉష్ణతాపార గమనము ; విద్యుత్‌ఘటములు.

జి. వి. చ. — శ్రీ వెంకటాచలం, జి., ఎమ్.ఎస్‌సి., పి.ఎచ్‌డి.,
అసిస్టెంటు డైరెక్టర్ ఆవ్ అగ్రికల్చర్, ఒరిస్సా.

కార్బొహైడ్రేట్‌లు, పంచదారలు.

జి. శి. రా. — శ్రీ శివశంకరరావు, జి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
ఫిజిక్స్ ప్రొఫెసర్, ఎస్. వి. కాలేజీ, తిరుపతి.

పెరాఁజీన్, బాప్టిస్టె ; బార్క్లా, సి. జి ; సీగ్‌బాన్, కార్ల్‌మన్నె జార్జి ; స్టార్క్, జొహాన్నెస్ ; హెర్ట్స్, హెన్రిక్.

జి. సు. రె. — శ్రీ సుబ్బిరెడ్డి, జి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
ప్రిన్సిపాల్, బొబ్బిలి కాలేజీ, బొబ్బిలి.

అభినతివర్తులము ; ఐన్‌స్టయిన్, ఆల్బర్ట్ ; గరిమనాభి ; నావిక దిక్సూచి ; పైరోమీటరులు ; ఫ్రాన్క్, జేమ్స్ ; బోర్, నీల్స్ ; మిల్లికన్, రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ ; విల్సన్, చార్లెస్ తామ్సన్‌రీజ్ ; హెర్ట్స్, గస్టావ్.

జె. భీ. — డాక్టరు భీమసేనాచార్, జె., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.,
రీడర్ ఇన్ ఫిజిక్స్ డిపార్ట్‌మెంట్, శ్రీ వేంకటేశ్వర యూనివర్సిటీ, తిరుపతి.

ధనకిరణములు ; న్యూట్రాన్‌లు ; బీటాట్రాన్ ; సింక్రోట్రాన్ ; సింక్రో సైక్లోట్రాన్.

జె. వి. బి. రావు (టి. వి. బి. రావు) — శ్రీ రావు, జె. వి. బి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, పి. ఆర్. కాలేజీ, కాకినాడ.

ఆల్కలి ధాతువులు ; పొటాసియమ్ ; లిథియమ్ ; సోడియమ్.

జె. సి. కా. — శ్రీ కామేశ్వరరావు, జె.సి., ఎమ్. ఏ., డి. ఎస్‌సి.,
రిటైర్డ్ ప్రొఫెసర్, నైజామ్ కాలేజీ, హైదరాబాదు.

కాంతి విద్యుత్ ; కాంతి విద్యుద్ఘటములు ; పారస్వనికములు ; ప్రకాశిత్వము.

జ్ఞానానంద — డాక్టరు స్వామి జ్ఞానానంద, పి.ఎచ్.డి., డి.ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఐ. సి.,
ప్రొఫెసర్ ఆవ్ న్యూక్లియర్ ఫిజిక్స్, ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ, వాల్తేరు.
తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము – II; శూన్యము.

టి. కృ. మూ. — శ్రీ కృష్ణమూర్తి, టి., ఎమ్.ఏ., ఎల్.టి.,
ఇండస్ట్రియల్ ఎస్టేట్స్, గిండీ, మద్రాసు.
విద్యుత్ తరంగములు – నిస్తంత్రి.

డి. ఎస్. ఎన్. — శ్రీ నాయుడు, డి. ఎస్., ఎమ్. ఏ., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఏ. ఐ. ఐ. ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి.,
మాజీ డిప్యూటీ డైరెక్టర్ (కెమికల్), గవర్నమెంట్ టెస్టుహౌస్, ఆలిపూర్, కలకత్తా.
ఇనుము; ధాతుమిశ్రములు – II; రెసిన్‌లు – జిగురులు.

డి. ఏ. ఏ. ఎస్. నా. — శ్రీ నారాయణరావు, డి. ఏ. ఏ. ఎస్., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
(ప్రస్తుతము అమెరికాలో ఉన్నారు).
ద్విధ్రువమోమెంట్; పారవిద్యుతికములు; రేడియో ధార్మికత (సహజ); రేడియో ధార్మికత (కృత్రిమ).

డి. స. నా. — శ్రీ సత్యనారాయణ, డి., ఎమ్.ఏ.,
చాక్షుష పరికరములు.

డి. సు. — శ్రీ సుబ్రహ్మణ్యం, డి., ఎమ్.ఏ., బి.ఇడి.,
ప్రిన్సిపాల్, సర్ సి. ఆర్. ఆర్. కాలేజీ, ఏలూరు.
అయస్కాంతము.

డి. సు. రా. — శ్రీ సుందరరామారావు, డి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
వివేకానంద కాలేజీ, మద్రాసు.
ప్రేరణము; హైడ్రోజనీయతా భావము – II; రాసాయనిక పరివర్తనము – I & II.

త. స. స. మూ. (తె. సూ. మూ.) — శ్రీ సత్యనరసింహమూర్తి, తమ్మా., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
రీడర్ ఇన్ ఫిజిక్స్, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ, హైదరాబాదు.
ఓమ్ నియమము; తాపవిద్యుత్తు; ప్రతిక్రియ; ప్రమాణఘటములు; బలము, జడత్వము వగైరాలు; విద్యుత్‌దీపములు – II; విద్యుత్ సంచాయకఘటము; సంగీతధ్వనులు; స్థితిస్థాపకత.

ని. ప. స్వా. — శ్రీ పద్మనాభస్వామి, ని., బి.ఏ., ఎల్.టి.,
రిటైర్డ్ హెడ్మాస్టరు, ఎలమంచిలి.
కేలిపర్స్; గోళమాపకము; స్క్రూగేజి.

పి. ఎస్. ఆర్. — శ్రీ నరసింహారావు, పి. ఎల్., ఎమ్. ఎస్‌సి., పి.ఎచ్.డి.,
లెక్చరర్ ఇన్ ఆంటీ బయోటిక్స్, ఇండియన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ సైన్స్, బెంగళూరు.
ఆల్కహాల్‌లు.

| | |
|---|---|
| పి. ఎస్. ఎన్. | డాక్టరు సత్యనారాయణ, పి., ఎమ్. ఎస్‌సి., బి. యస్‌సి. (అగ్రికల్చర్)., పి. ఎచ్‌డి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి., వ్యవసాయ కళాశాల, బాపట్ల. నైట్రోజన్. |
| పి. ప. రా. | శ్రీ పద్మరాజు, పి., ఎమ్. ఎస్‌సి., రాసాయనిక రచన – భౌతికధర్మములు. |
| పి. భీ. రా. | శ్రీ భీమసేనరావు, పి., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఫిజిక్స్ లెక్చరర్, ఏ. వి. ఎన్. కాలేజీ, విశాఖపట్నం. కృష్ణన్, కరియమానిక్కం శ్రీనివాస; టిండల్ – జాన్; పాస్కల్, బ్లెయిజ్; సాహా, మేఘనాథ్. |
| పి. య. నా. | శ్రీ యజ్ఞనారాయణ, పి., ఎమ్.ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఆర్. ఐ. సి., ఎక్స్. ఐ. ఓ. ఎస్., తాప రాసాయనిక శాస్త్రము. |
| పి. రా. | శ్రీ రామాచార్యులు, పి. టి., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఏ. ఆర్. ఐ. సి., మద్రాసు. కార్బన్; కార్బన్ వర్గము; సిలికన్. |
| పి. వి. కృ. మూ. | శ్రీ కృష్ణమూర్తి, పి. వి., ఎమ్. ఎస్‌సి., రిటైర్డ్ కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, గవర్నమెంటు ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపూరు. ఆక్సిజన్; ఓజోన్; నీరు; హైడ్రోజన్; హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్. |
| పి. వి. సూ. | శ్రీ సూర్యనారాయణమూర్తి, పి. వి., బి.ఏ., ఎల్.టి., సైన్సు అసిస్టెంటు, పి. ఆర్. కాలేజీ స్కూలు, కాకినాడ. కప్పీలు; ద్రవమాపకములు. |
| పి. సూ. ప్ర. రా. | డాక్టరు సూర్యప్రకాశరావు, పి., డి. ఎస్‌సి., ఫారెస్ట్ రిసెర్చి ఇన్‌స్టిట్యూట్, డెహ్రాడూన్. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు. |
| బి. గో. కృ. | కీ. శే. గోపాలకృష్ణయ్య, బి., ఎమ్.ఏ., బి.ఇడి., ఎమ్. ఎస్. (ఎమ్. ఇ. టి.), ఐ.ఎమ్.ఐ., కాల్సియమ్; టంగ్‌స్టన్; ప్లాటినమ్; ప్లాటినమ్ ధాతువులు; బంగారము; బెరిలియమ్; బెరిలియమ్ వర్గము; బేరియమ్; రాగి (తామ్రము); రాగివర్గము; రేడియమ్; వెండి; స్ట్రానియమ్. |
| బి. పూ. రా. | శ్రీ పూర్ణచంద్రరావు, బి., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఫిజిక్స్ లెక్చరర్, వి. ఆర్. కాలేజీ, నెల్లూరు. అర్‌స్టెడ్, హాన్స్‌క్రిస్టియన్; ఆర్కిమిడీజ్ సూత్రము; న్యూటన్, సర్ ఐజక్; మాక్స్‌వెల్, జేమ్స్‌క్లార్క్; లీమైట్నర్. |
| మా. వ. న. | శ్రీ నరసింహం, ఎమ్. వి., ఎమ్. ఎస్‌సి., హైదరాబాదు. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II. |

మే. వ. స. శ్రీ వరాహ నరసింహస్వామి, మేడేపల్లి., బి.ఏ.,

సంగ్రాహకులు, తెలుగు భాషా సమితి, హైదరాబాదు.

అగ్నినిర్వాపకములు; అణుకిరణములు; అణుచలన సిద్ధాంతము; అణుభార నిర్ణయము; అణుభావము – అణుభారభావము; అణుభావము – నవీనభౌతికశాస్త్రము; అణురచన; అతాపక ప్రక్రియ; అనిశ్చయతాసూత్రము; అనునదనము; అపురూపమృత్తులు; అరోరా (సుమేరుజ్యోతి); అర్గ్; అర్ధవిద్యుద్వాహకములు; అల్యూమినియము వర్గము; అవరుద్ధ తరంగములు; అవస్థ; అవస్థా తరంగములు; అశ్రువాయువు; అసాధారణ వర్ణ విశ్లేషణము; ఆంగ్‌స్ట్రమ్ యూనిట్; ఆండర్సన్, కార్ల్ డేవిడ్; ఆంతసైనిన్‌లు; ఆంత్రసైట్; ఆంపియర్; ఆంపియర్ నియమము; ఆంపియర్ యూనిట్; ఆక్సీకరణము – ఆక్సీహరణము; ఆఘాతస్వరములు; ఆజోల్‌లు; ఆడిసన్ – టామస్ ఆల్వా; ఆమ్లములు – లవణాధారములు; ఆరేనియస్, స్వాంటే; ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు; ఆరోమాటిక్ నైట్రో యౌగికములు; ఆర్సెనిక్ వర్గము; ఆల్కలాయిడ్‌లు; ఆల్కిల్ సైనైడ్‌లు; ఆల్డర్‌కుర్ట్; ఆల్ఫాకణములు; ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము; ఆవాగాడ్రో, కౌంట్ ఏమదేవ్; ఆవేశము – ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి; ఇండియమ్; ఇనుము యొక్క యౌగికములు; ఈథర్ (భౌతిక విజ్ఞానము); ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహము; ఎడ్డింగ్‌టన్, సర్ ఆర్థర్‌స్టాన్లీ; ఎన్‌జైమ్‌లు; ఎలక్ట్రాన్ వోల్టు; ఐన్‌స్టయిన్ కాంతిశక్తి యూనిట్; ఓజోకిరైట్; ఓమ్, జార్జిసైమన్; ఓస్ట్‌వాల్డ్, విల్హెల్మ్; కంపనవేగదర్శిని; కటకములు; కాంతి చైతన్యము; కాంతి భౌతికశాస్త్రము; కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము; కాంప్టన్, ఆర్థర్‌హోలీ; కాంప్టన్ ఫలితము; కానిజారో, స్టానిస్లావ్; కామర్‌లింగ్, హైకెఆనెస్; కార్బన్ ధాతుయౌగికములు; కార్బన్ యౌగిక విశ్లేషణము; కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి; కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు; కార్బానిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు; కాల్పనిక కర్మతత్త్వము; కిర్కాఫ్, గస్టవ్ రాబర్ట్; కూలామ్, ఛార్లెస్ ఆగస్టిన్; కూలామ్ నియమము; కూలామ్ మాపకము; కేంద్రాపసారి బలము; కేంద్రాభిసారి బలము; కేకులే, ఫ్రీడ్రిష్ ఔగుస్ట్; కైశిక విద్యున్మాపకము; కొరోనా ఉత్సర్గము; కొల్లాయిడ్‌లు; క్రియ; క్రియాలాఘవ సూత్రము: క్రొవ్వులు, నూనెలు; క్రోమియమ్ వర్గము; క్వాంటం సిద్ధాంతము; గంధకము; గంధకవర్గము; గామాకిరణములు; గాలియమ్; గియాక్, విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్; గైగర్ గణిత్రము; ఘనముల విశిష్టోష్ణత; ఘనములు; ఘనస్థితి – నూతన పరిశోధనలు – I; చాపదీపము; జడవాయువులు; జెర్మేనియమ్; టాంటాలమ్; టాడ్, సర్ ఆలెగ్జాండర్ రాబర్టస్; టెర్పీన్‌లు; టైటానియమ్ వర్గము; ట్రాన్సిస్టార్; డాల్టన్, జాన్; డిరాక్, పాల్; డీబ్రాయ్, లూయీవిక్టర్; డీల్స్, ఆటో; డ్యూవిన్యోడ్, విన్సెన్ట్; డెలాంబేర్ సూత్రము; డెసిబెల్; డేవిసన్, క్లింటన్ జోసెఫ్; డైయీన్ సంయోజన ప్రక్రియ; డ్యూమా, జీన్ బాప్టిస్టే ఆండ్రి; తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము – I; తలతన్యత; తాపక్రమ మాపనము; తాపక్రమమితి; తాపక్రమము; తాపవిశ్లేషణము; తామ్సన్, సర్ జోసెఫ్ జాన్; తారతమ్య సాంద్రత; తాలియమ్; తుల్యభారభావము; తోరియమ్; త్వరణము; దాటు దూరము; దిగ్గాలకము; దిజ్నిరోధము; ద్రవములు I & II; ద్రవ్యరాశి – భారము; ద్రవ్యావస్థలు; ద్రావణములు I & II; ద్వివక్రీభవనము; ధాతుమిశ్రములు – I; ధ్రువీకరణము; ధ్వని; నియోబియమ్; నిష్క్రియత; నెర్న్‌స్ట్, వాల్టర్; నైట్రోజన్ యౌగికములు; నోబెల్, బెర్నార్డ్ ఆల్‌ఫ్రెడ్; న్యూటన్ వలయములు; పని; పరమ తాపక్రమమానము; పరమాణుభారభావము; పరమాణుభారము – నవీన భౌతికశాస్త్రము; పరమాణుభావము; పరమాణు రచన – రాసాయనికధర్మములు; పరమాణు విజ్ఞానము; పరిపూరకతా సూత్రము; పాలింగ్, లైనస్‌కార్ల్; పౌలీనిషేధ నియమము; ప్యూరీన్‌లు; ప్రయోగశాల; ప్రరోచనము, విద్యుత్తు; ప్రరోచన వేష్టనము; ప్రవాహిస్థితి శాస్త్రము; ప్రోటీన్‌లు; ఫాన్ట్‌హాఫ్, జాకోబస్ హెన్రికస్; ఫిషర్, ఎమిల్‌హెర్మన్; ఫిషర్, హాన్స్; బఫ్ఫర్ క్రియ; బర్జీలియస్, జాన్స్‌జాకొబ్; బహురూపత; బిస్మత్తు; బీటాట్రాన్; బెర్ట్లోలే, క్లాడ్‌లూయీ; బోయిల్, రాబర్ట్;

మే. వ. స. (తరువాయి)

బోరాన్ ; బోస్, సర్ జగదీశచంద్ర ; భాస్వరము ; భౌతిక విజ్ఞానము – ఆరంభయుగము (సమీక్ష); భౌతిక విజ్ఞానము – 20 వ శతాబ్దము (సమీక్ష); భౌతిక విజ్ఞానము – 18 వ శతాబ్దము (సమీక్ష); భౌతిక విజ్ఞానస్వరూపము (సమీక్ష); మంచు ఉష్ణతామాపకము ; మగ్నీషియమ్ ; మాక్మిలన్, ఎడ్విన్ మేటిసన్ ; మార్టిన్, ఆర్చర్ జాన్‌పోర్టర్ ; మార్ష్ శోధన ; మూలద్రవ్యభావము ; మూలద్రవ్యములు – యౌగికములు ; మూలద్రవ్య – సంయుక్తద్రవ్యవిభజన ; మెండెలేయఫ్, డిమ్రిటీ ఐవానోవిచ్ , మెట్రిక్ పద్ధతి ; మొలిబ్డినమ్; మౌలిక ద్రవ్యకణములు ; యంగ్‌స్థితి స్థాపకగుణకము ; యాంత్రికశాస్త్రము ; యురేనియమ్ ; యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యములు ; యూకావా, హిడెకి ; యోజనీయతాభావము – I ; రసవాదయుగము ; రామ్జీ, విలియమ్ ; రాలి, జాన్‌విలియమ్ స్ట్రట్ ; రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము ; రాసాయనిక మైత్రి ; రాసాయనిక విజ్ఞానము – ఆరంభ యుగము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానము – చరిత్రపూర్వ యుగము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానము – నవీన యుగము (సమీక్ష); రాసాయనిక విజ్ఞానము (సమీక్ష) ; రాసాయనిక విజ్ఞానస్వరూపము; రిచర్డ్‌సన్, ఓవెన్ విలాన్స్ ; లావ్వాజ్యే, ఆంటూనీ లారెన్ట్; లిబ్బీ, విల్లర్డ్ ఫ్రాంక్; లీబిక్ జస్టస్ ఫాన్ ; లెనార్డ్, ఫిలిప్, ఇ ఏ. ఫాన్ ; లోలకము (సంయుక్త) ; లోహధాతువులు ; వక్రీభవనము ; వర్ణమాల ; వర్ణము – రాసాయనిక రచన ; వలయహైడ్రోకార్బన్‌లు ; వాయువులు ; వికిరణమాపకము ; విద్యుచ్చాలక బలము; విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము I & II ; విద్యున్మాపకములు ; విఘటనము ; వివర్తనము ; విశ్వకిరణములు ; వెనేడియమ్ ; వెనేడియమ్ వర్గము ; వెర్నర్, ఆల్‌ఫ్రెడ్ ; శక్తి శాస్త్రము ; శక్తిసమవిభాగసూత్రము ; సందిగ్ధస్థితి ; సంవేష్టన ప్రభాగము ; సమస్థానీయములు ; సమాంగరూపత ; సమ్మర్‌ఫెల్ట్, ఆర్నోల్డ్ ;సింజ్, రిచర్డ్ లారెన్స్ మిల్లింగ్టన్ ; సిలీనియమ్ & టెలురియమ్ ; సీబార్గ్, గ్లెన్ తియోడోర్ ; సీసము ; సునిశిత భౌతికశాస్త్ర పరికరములు ; సూక్ష్మదర్శిని ; సైక్లోట్రాన్ ; స్కాండియమ్ వర్గము ; స్నిగ్ధత ; హెర్మన్ స్టాడింగర్ ; హెరోవ్‌స్కీ, జారోస్లావ్ ; హైడ్రోజనీకరణము.

మే. వెం. ర.

డాక్టరు వెంకటరమణమూర్తి, మేడేపల్లి., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.,
ప్రొఫెసర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, బెనారస్ హిందూ యూనివర్సిటీ, వారణాసి.

జోషీ ఫలితము.

మొ. హ. రా.

శ్రీ హనుమంతరావు, మొ., బి.ఏ.,

ఆస్టన్, ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ ; లాంగ్‌మ్యూర్, ఇర్వింగ్.

యు. సూ. నా.

శ్రీ సూర్యనారాయణ, యు., ఎమ్.ఎస్‌సి.,
కెమిస్ట్రీ లెక్చరర్, గవర్నమెంట్ ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపూరు.

ఇంధనములు.

రామన్.

రామన్, సి. వి., ఎమ్. ఏ., ఎఫ్. ఆర్. ఎస్., ఎన్. ఎల్.,
డైరెక్టర్, రామన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ ఫిజిక్స్, బెంగళూరు.

కాంతి పరిక్షేపణము ; ఘనస్థితి – నూతన పరిశోధనలు – II ; రామన్‌ఫలితము.

రా. వెం. సు.

కే. శే. సుందరరావు, ఆర్. వి. జి., ఎమ్. ఎస్‌సి., పి. ఎచ్‌డి.,

అయన్‌లు – అయనీకరణము ; విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము.

వం. స. నా.

శ్రీ సత్యనారాయణ, వం., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఎమ్. ఇడి.,
గవర్నమెంటు ట్రైనింగ్ కాలేజీ, రాజమండ్రి.

ఉష్ణతామితి ; బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ లారెన్స్ ; బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ హెన్రీ ; బ్రౌన్, కార్ల్ ఫెర్డినాండ్ ; మాక్స్‌ప్లాంక్ ; మార్కోనీ, గూయెల్మో ; లవే, మాక్స్‌ఫాన్ ; వీన్, కార్ల్ మాక్స్ ; వీన్, విల్‌హెల్మ్.

వ. వెం. రా. — శ్రీ వేంకటరావు, వసంతరావు., ఎమ్.ఎస్‌సి.,
ప్రిన్సిపాల్, మహారాజా కాలేజీ, విజయనగరం.
భౌతికవిజ్ఞానము–19 శతాబ్దము (సమీక్ష); భౌతికవిజ్ఞానము–17వ శతాబ్దము (సమీక్ష); భౌతికవిజ్ఞానము–మధ్యయుగము (సమీక్ష).

వి. అ. రా. — శ్రీ అప్పారావు, విస్సా., ఎమ్.ఏ., ఎల్.టి.,
రిటైర్డ్ ప్రిన్సిపాల్, ఆంధ్రాయూనివర్సిటీ సైన్స్ కాలేజీ, గుంటూరు.
ఐన్‌స్టయిన్ సమతానూత్రము; సాపేక్షతావాదము.

వి. ఎల్. ఎస్. — శ్రీ లక్ష్మీనారాయణ, వి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
అసిస్టెంట్ లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, గవర్నమెంటు ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపురము.
ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు (భాగము).

వి. పా. ప్ర. — శ్రీ పాల్ ప్రసాదరావు, వి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
గుంటూరు.
పంపులు; స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము.

వి. బ్ర. రా. — శ్రీ బ్రహ్మాజీరావు, వి , ఎమ్. ఎస్‌సి.,
డిపార్ట్‌మెంట్ ఆవ్ కెమెస్ట్రీ, మిసెస్ ఏ. వి. ఎన్. కాలేజీ, విశాఖపట్టణము.
రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య).

వి. రా. రా. — శ్రీ రామకృష్ణరావు, వి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
ఎలక్ట్రాన్ చాక్షుష శాస్త్రము.

వి. వి. కె. శాస్త్రి. — శ్రీ శాస్త్రి, వి. వి. కె., ఎమ్. ఎస్‌సి., ఏ. ఆర్. ఐ. సి.,
లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, అగ్రికల్చరల్ కాలేజీ, బాపట్ల.
పరిమళతైలములు.

వి. వి. శ. — శ్రీ విశ్వనాథశర్మ, వి., ఎమ్.ఏ., ఎల్.టి.,
బాపట్ల.
భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము.

వై. వి. — శ్రీ విశ్వనాథమ్, వై., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
అసిస్టెంట్ లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రీ, గవర్నమెంటు ఆర్ట్స్ కాలేజీ, అనంతపురము.
రాసాయనిక పరివర్తనము – III.

శ్రీ. గో. మూ. — శ్రీ గోపాల కృష్ణమూర్తి, శ్రీపాద., డి.ఎస్‌సి.,
ప్రిన్సిపాల్, నర్సాపురం కాలేజీ, నర్సాపురం.
ఉష్ణతాప్రభావము.

సి. ఎస్. రా. — శ్రీ సాంబశివరావు, సి., ఎమ్.ఏ,, డి.ఎస్‌సి., ఎఫ్. ఐ. పి., ఐ. ఓ. ఎస్. & ఏ. ఎమ్. ఓ., ఎస్. ఏ., ఎమ్. ఏ. ఐ. పి.,
సీనియర్ సైంటిఫిక్ ఆఫీసర్, ఆర్మీ ఆర్డినెన్స్ డిపార్ట్‌మెంటు, డెహ్రాడూన్.
దీప్తిమాపనము.

సి. రా. శా. డాక్టర్ రామశాస్త్రి, సి., ఎమ్. ఎస్‌సి., డి. ఎస్‌సి.,
ఇండియన్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు.
ఆటంశాంబు; నికల్; పరిధిఫలకము; పోలారిమీటరు; మిథోఘట్టనమాపకము; మిథోఘట్టనము; వివర్తన జాలకము.

సి. వి. రా. శ్రీ రామదాసు, సి. వి., ఎమ్.ఎస్‌సి.,
ప్రొఫెసర్ ఆవ్ కెమిస్ట్రి, ఇంజనీరింగ్ కాలేజీ, మద్రాసు.
అయిడీన్; క్లోరీన్; ఫ్లోరీన్; బ్రోమీన్; హేలొజన్ వర్గము.

సి. వి. సు. శ్రీ సుబ్బయ్య, సి. వి., బి. ఎస్‌సి. (ఆనర్సు), బి. ఇడి.,
లెక్చరర్ ఇనిస్టిట్యూట్ ఆవ్ లెదర్ టెక్నాలజీ, మద్రాసు.
ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్‌లు; ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు; ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు (భాగము); బహువలయ హైడ్రోకార్బన్‌లు; హైడ్రోకార్బన్‌లు (భాగము).

హ. ఆ. శే. శ్రీ ఆదిశేషువు, హరి., ఎమ్. ఎస్‌సి.,
లెక్చరర్ ఇన్ కెమిస్ట్రి, మెడికల్ కాలేజీ, గుంటూరు.
అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రము; మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము; విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము – I; స్ఫటికములు.

*

శ్రీ బి. సుబ్బరాయన్
సహసంగ్రాహకుడు

*

* * * ఈ గుర్తుగల శీర్షికలు సమితి సిబ్బందిచే వ్రాయబడినవి.

# విషయసూచిక

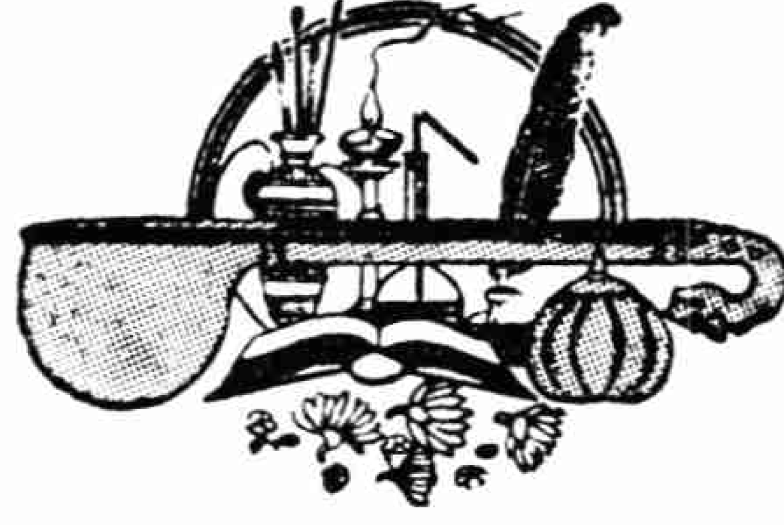
# త్రివర్ణ చిత్రములు

# భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష

Blank Page



Blank Page



# భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష

## ప్రస్తావన

### జ్ఞానము - విజ్ఞానము :

బాహ్య వస్తువులపై ఇంద్రియములు ప్రవర్తించినపుడు లభ్యమగు జ్ఞానమును ప్రత్యక్షజ్ఞాన మందురు. దానిని బుద్ధి సమన్వయించి, సంస్కరించినపు డది అనుభవమగును. ఈ అనుభవము తర్కచాలితమై కార్యకారణ ప్రణాళిక యందు నియమబద్ధమై వెలసినపుడు విజ్ఞానముగా పరిణమించును. ఉదా : మన ఎదుట అగుపడు వృక్షము వృక్షజ్ఞానము నొసంగును ; 'ఆ వృక్ష మెట్లుద్భవించును, ఎట్లు వృద్ధిపొందును, ఎట్లు నశించును' అను విషయముల చర్చలో ఇమిడిన జ్ఞానపరంపరయే 'విజ్ఞానము'. సామాన్యజ్ఞానము అక్షరములవంటిది - విజ్ఞానము సాహిత్యము వంటిది. సామాన్యజ్ఞానము ప్రత్యేక వర్ష బిందువుల వంటిది - విజ్ఞానము కొండలనుండి జారు నదివంటిది. సామాన్యజ్ఞానము ఏకదేశి, విశిష్టము - విజ్ఞానము సార్వత్రికము, సామాన్యము, సర్వగ్రాహి.

### చరిత్ర పూర్వ యుగము నాటి విజ్ఞానము :

చరిత్రపూర్వకాల మందు విజ్ఞానమనుపేరునకు తగిన జ్ఞానమేదియునులేదు. నేటి విజ్ఞానశాఖల ప్రారంభములు ప్రాచీనకాలమను తెరమరుగున మాటుపడియున్నవి. ఆ తెరను కొంతవరకైన తొలగించుటకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి. అవి నేటికిని సమగ్రముగా ఫలించినవని అనలేము. అప్పటి మానవజ్ఞాన పరిస్థితిని నిర్ణయించుటకు పురాతన నాగకరితాచిహ్నములే మన కాధారములు. వాటినిబట్టి చరిత్రను పునర్నిర్మించిన, ప్రారంభమున జ్ఞానములో శాఖలులేవు. ఆదిమ మానవుడు తన ఉపయోగము కొరకు వస్తువుల గుణవివేచన చేయమొదలిడి వాటిని కఠినములు, మృదులములు, భక్ష్యములు, అభక్ష్యములు, క్షేమకరములు, ఉద్వేగకరములు అను తరగతులుగా విభజించుటయే 'విజ్ఞానప్రారంభదశ' అనవచ్చును. ఏలన సామాన్యజ్ఞానము విజ్ఞానముగ పరిణమించు క్రమములో అనుభవముల వర్గీకరణము ప్రథమదశ. ఆహారాన్వేషణము మానవుని మొదటి పని. ఆహారవిషయమై పర్యటనములో జీవనసౌకర్యసేకరణయే ప్రధానముగా ఏర్పడుటచేత మానవునికి విజ్ఞాన నిర్మాణమున కవకాశము లేకుండెను.

నాగరికత లన్నియు మహానదులతీరములనే ప్రబలినవనునది సాధారణసత్యము. ఈజిప్షన్ నాగరికతకు నైలునది; సుమేరియన్, బాబిలోనియన్ నాగరికతలకు యూఫ్రేటీజ్, టైగ్రీస్ నదులు; చైనా నాగరికతకు హోయాంగ్ హో, యాంగ్‌సీక్యాంగ్ నదులు ; భారతీయ సంస్కృతికి సింధు, గంగా, యమునలు విడిమట్లు. నదీప్రాంతములకు చేరికొనిన తరువాత మానవుని స్థావర జీవనమున కవకాశ మేర్పడినది. తన పరిసరముల నవలోకించి, అందు సంభవించు సంఘటనల నవగాహించుకొనుటకు సావధానత చేకూరినది. ఈ యుగముననే స్వామిత్వ, దాయసంస్థలు ఏర్పడినవి. వ్యక్తుల స్వామిత్వదాయ నిర్ణయముల గావించుటకు క్షేత్రగణితము, అంకగణితము, కాలమానము మొదలైన సాధనములు బయలుదేరినవి.

నదీప్రాంతములకు చేరుకొనకముందు మనుజునికి తెలిసిన ప్రకృతియందలి పర్యాయత్వము సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయములు, ఋతుపరిణామములుమాత్రమే. పాశ్చాత్య శాస్త్రచరిత్రయందు మనుజుని బుద్ధికి ప్రకృతియందలి పర్యాయకల్పనను మొట్టమొదట నైలునది ఉపదేశించినదన అతిశయోక్తి కానేరదు. నైలునది ప్రతిసంవత్సరపు వరదలు ప్రకృతియందలి నియతపర్యాయత్వమునకు అద్భుత దృష్టాంతము. ఈ పర్యాయత్వమును గుర్తెరింగి

నైలునది వరదలరాకను ముందు చెప్పగలిగినవాడు విజ్ఞాననిధి. వాడే సంఘమునకు శాసనకర్త. ఒకానొక నక్షత్రరాశి చక్రవాళముపై అగుపించిన వెంటనే నైలునది వరదలు తగ్గిపోవుట అతడు కనిపెట్టెను. చక్రవాళముపై నక్షత్రరాశిరాకకును, వరదలపోకకును నైలుశాస్త్రజ్ఞులు కార్యకారణ సంబంధ మేర్పరచిరి. మూఢవిశ్వాసములను విడిచిపెట్టి ప్రపంచ సంఘటనలను కార్యకారణ సూత్రబద్ధములుగా జేయుట కిదియే మానవుని తొలియత్నము. ఇట్లు ప్రారంభమైన విజ్ఞానస్రవంతి నైలునదివలె నిరాఘాటముగా సాగి ఈజిప్షన్ నాగరికతను పురాతన నాగరికతలలో గణ్యముగా నొనర్చినది.

ఇప్పటికి జరిగిన పరిశోధనలపట్టి క్రీస్తు జననమునకు నాలుగైదువేల సంవత్సరములకు పూర్వము యూఫ్రేటీజ్, నైలు నదులు ప్రవహించుచుండిన ప్రదేశములలో భౌతికాది శాస్త్రనిర్మాణమందు మొట్టమొదట ప్రయత్నములు జరిగిన వనుటకు తగినప్రమాణములు కాన్పించుచున్నవి. అప్పటికి శిలాయుగము గతించి తామ్రయుగ మారంభింపనున్నది.

క్రీ. పూ. 5000 నాటికి శాంతియుతులును, కళాకుశలురును అగు మానవగణములు యూఫ్రేటీజ్, టైగ్రిస్ నదుల మధ్యనున్న మెసపొటేమియాలో ప్రవేశించిరి. ఆ ప్రాంతపు ఆదివాసులతో వారు క్రమముగా కలసిపోయిరి; అట్లేర్పడినవారే సుమేరియన్లు. వీరు తొల్లిటివారికంటె ఎక్కువ నాగరికులై వారి జ్ఞానసంస్కారమును ఉన్నతస్థాయికి గొనిపోయిరి. మెసపొటేమియా దక్షిణభాగమున వారు ఏర్పరచిన నీటిసరఫరా కనువగు ఏర్పాటులను పరికించుటవలన వారి యంత్రకళాభిజ్ఞత వెల్లడి యగుచున్నది. వారిలో కొందరు ఈజిప్టుదేశమునకు వలసపోయిరి. అచ్చట వారి సంస్కృతి మరింత ఉచ్చస్థాయిని అందుకొనినది. కాలమాన నిర్మాణమునకై వారు కావించిన ఖగోళశాస్త్ర పరిశీలనలు వారి శాస్త్రజ్ఞాన నిర్మాణ చాతుర్యమును చాటుచున్నవి.

తదనంతరము బాబిలోనియాదేశస్థులు గణితమందు ముందంజవేసిరి. ఫినిషన్లు వారి నౌకావాణిజ్యావసరములకై సంఖ్యాశాస్త్రమును, సముద్రయాన సౌకర్యమునకై జ్యోతిషశాస్త్రమును శ్రద్ధగా పెంపొందించిరి.

భారతీయనాగరికత ఈజిప్షన్, బాబిలోనియన్ నాగరికతలవలెనే నదీప్రాంత సముద్భవమే. క్షేత్రగణితము, కాలమానవిద్య, అంకగణితము, బీజగణితము, ఖగోళ పరిశీలన వీటన్నిటియందును భారతీయుల కృషి తక్కిన నాగరికతలకృషికన్న ప్రాచీన మని తెల్పుటకు తగు ఆధారములు కలవు. క్షేత్రగణితమందు శుల్బసూత్రములు క్రీ. పూ. 3 వ శతాబ్దమందు హీరో యాజమాన్యమున పరగిన అలిగ్జాండ్రియా సంప్రదాయముకన్న 6 శతాబ్దములు ప్రాచీనము. క్షేత్రగణితమందలి సుప్రసిద్ధమైన పితాగొరస్ నియమము భారతీయులచే 2 శతాబ్దములు ముందుగా కనుగొనబడినది. అదిగాక గణితశాస్త్రమందు 'శూన్యము', 'అనంతము' అను భావములను కల్పించి లోకమునకు ప్రసాదించినవారు భారతీయులే.

భౌతికశాస్త్రమందలి ప్రథమ పాఠకల్పనలు కూడ వీరివే. అందు ముఖ్యముగా పరమాణు సిద్ధాంతము, గ్రీకుల పరమాణుసిద్ధాంతముకన్న ప్రాచీనమైన దనియే చెప్పవలెను. కణాదుని వైశేషికసూత్రములలో ఈ సిద్ధాంతము మొదట సంగ్రహింపబడినది. పాశ్చాత్య చరిత్రాన్వేషకులు కణాదసూత్రములు క్రీ. పూ. 5-3 శతాబ్దముల మధ్య గ్రథించబడినట్లు అభిప్రాయపడుచున్నారు. అట్లైనను గ్రంథస్థమగు నాటికి చాల పూర్వమే సిద్ధాంతము ప్రచారములోఉండి తీరవలయును. అనగా అప్పటికి 2-3 వందల ఏండ్లైనను వాటి ప్రచారము సాగి యుండవలెను. అందుచే గ్రీక్ సిద్ధాంతముకన్న భారతీయ సిద్ధాంతము ప్రాచీన మనుటకు అభ్యంతర ముండరాదు.

పరమాణుసిద్ధాంతమున నే ద్రవ్యగుణముల చర్చకలదు. గురుత్వాకర్షణము ద్రవ్యగుణముగా పేర్కొనబడినది. అటులనే సరణము, స్నిగ్ధత మొదలైన ద్రవ్యగుణములు కూడ పేర్కొనబడినవి. ప్రభవస్థానమునుండి శబ్దము వాయుతరంగరూపమున కదంబకోరకన్యాయముగ ప్రసరించునను సిద్ధాంతము నవీన పాశ్చాత్య సిద్ధాంతమున కేమాత్రము తీసిపోదు. వెలుగు, వేడిమి ఒకే పదార్థము యొక్క భిన్నరూపము లని కణాదుని మతము. వెలుగు, వేడిమి శక్తియొక్క భిన్నావతారములు అను నిర్ణయమునకు రాగలిగిన నవీన భౌతికవిజ్ఞాన సిద్ధాంతములను ఈయూహ 25 శతాబ్దముల పూర్వమే ఆకాంక్షించినది.

ఇట్లు ప్రాచీనులు భౌతికశాస్త్ర ప్రథమ పాఠములలోకమున కనుగ్రహించిరి. ఇట్లు క్రీ. పూ. 4, 3 శతాబ్దములు మొదలుకొని క్రీ. శ. 5, 6 శతాబ్దములవరకు భారతీయులు పెంపొందించిన ప్రకృతి విజ్ఞానము ఆ తరువాత అభివృద్ధి చెందలేదు. దీనికి ప్రబలకారణము భారతీయుల ఆధ్యాత్మికజ్ఞానాభినివేశము. మొదట బౌద్ధులు తరువాత శంకరాచార్యులు ఐహలౌకికజ్ఞానసాధనను మోక్షసాధనకు విరోధిగా గర్హించిరి. అప్పటినుండి భారతీయ భౌతికశాస్త్రములు అభివృద్ధి పొందలేదు. కి. రం. చా.

# భౌతిక విజ్ఞాన స్వరూపము

మన చుట్టునున్న ప్రపంచములో జరుగుచున్న సంఘటనలను సూక్ష్మముగా పరిశీలించితిమేని,ఆ సంఘటనలన్నియు మార్పులే అని మనకు తెలియును. దృష్టాంతమునకు మనము నిశ్చలముగా ఒక ఆసనముపై కూర్చుని ఎదుట నిశ్శబ్దముగా నున్న మహావృక్షము నొకదానిని పరికించునపుడు మనము కదలుటలేదు, చెట్టు కదలుటలేదు – స్థూలముగా ఆలోచించిన మార్పేమియు జరుగుచున్నట్లు కనిపించదు. నిజముగా మనము చూచుచున్న కాలములో, ఆ కాలమెంత తక్కువైనను చెట్టు పెరుగుచునే ఉన్నది; అందున్న పండుటాకులు రాలిపోవుచునే ఉన్నవి. చెట్టు వృద్ధిచెందుట, ఆకులు రాలిపోవుట మార్పులే. ఇంకను సూక్ష్మముగా ఆలోచించిన ఆ చెట్టు మన కంటి కగపడుటయే ఒక వరుసమార్పుల ఫలము. తొలుదొలుత సూర్యుని నుండి కాంతి ప్రదేశములో లక్షల కొలది యోజనములు పయనించుట – ఇదియే ఒక ఎడతెగని మార్పులవరుస – తరువాత ఆ కాంతి చెట్టుమీద పడుట, అటుపై అది ప్రతిఫలించుట, ఆ ప్రతిఫలితకాంతి మన కంటిని చొచ్చుట, చొచ్చి అక్షిపటముపై ప్రతిబింబ మేర్పడుట, ప్రతిబింబ మేర్పడినట్లు అక్షినాడులు మస్తిష్కమునకు రాయబార మేగుట, తుదకు మనము చెట్టును చూచుచున్నామను 'సంవేదన' కలుగును. ఇన్ని మార్పుల ఫలముగా మనము చెట్టును చూడగలుగుచున్నాము. ఈ మార్పులు మనకు మూడురకములుగా తోచుచున్నవి. ఒక వస్తువు స్థానమందలిమార్పు – ఎగురుచున్న పక్షి, లేదా పారుచున్న నీరు; ఒక వస్తువు స్థితియందు మార్పు – కరగుచున్న మంచుగడ్డ; ఒక వస్తువు సంఘట్టనమందు మార్పు – బయటనున్న ఇనుము త్రుప్పగుట.

ఈ మార్పుల సూక్ష్మపరిశీలనవలన మనకు రెండు ప్రధానవిషయములు తెలియవచ్చుచున్నవి. మార్పెప్పుడును ఏదో యొక వస్తువు నాశ్రయించి యుండును. లేదా మార్పు చెందునది వస్తువు. బంగారపు నగను కొలిమిలో కరగించిన నగరూపు పోయి ముద్దబంగారమగును. నగను బంగారువస్తు వందుము. కాని, ముద్ద బంగారమును వస్తువని చెప్పము. అందుచే నగ వస్తువు, బంగారము వస్తురూపమును స్వీకరించగల యొక పదార్థము. ఈ పదార్థమునకు శాస్త్రపరిభాషలో ద్రవ్యమని పేరు. వస్తువులు వివిధములగు ఆకారములు కలవి. ద్రవ్యము ఆకారము స్వీకరించ గల పదార్థము. ఇట్లు మార్పులను పరిశీలించు యత్నములో మనము ద్రవ్యభావమును కల్పించి, మార్పులన్నియు ద్రవ్యగుణములుగా గుర్తించితిమి.

రెండవ విషయము ద్రవ్యమునకు మార్పు కలిగించు కారణమొకటి ఉండవలయునను భావము. క్రింద పడియున్న రాయి దానంతటది ఎగిరి మనల తాకదు. ఆ రాతిని ఎగురగొట్టుటకు ఒకశక్తి కావలెను. అది మన బాహుశక్తి కావచ్చును; లేదా యంత్రశక్తి కావచ్చును. శక్తి లేనిదే ఏ వస్తువునందును మార్పును కలిగించుటకు వీలులేదు.

ఈ పై చర్చవలన మనకు తెలిసిన విషయమేమన, ప్రపంచమందు మనచుట్టు జరుగుచున్న మార్పుల సూక్ష్మ పరిశీలన వలన ప్రపంచవ్యాపార మంతయు ద్రవ్యము, ద్రవ్యమందు మార్పును కలిగించుశక్తి వీటి పరస్పర సమ్మర్దమే యని.

ద్రవ్యమునకు రెండు ముఖ్యలక్షణము లున్నవి. 'పరిమాణము', 'జడత్వము'. మామూలుగా చెప్పవలెననిన భూమిచే ఆకర్షింపబడు స్వభావము కలుగునది అంతయు ద్రవ్యమే. భూమ్యాకర్షణయే వస్తువునకు భారము నొసంగును. అందుచే భూతలముపైనున్న భారముగలదంతయు ద్రవ్యమే. ద్రవ్యమునకు జడత్వమున్న దనగా చలనములేని ద్రవ్యమును చలింపచేయుటకుగాని, లేదా చలించుచున్న ద్రవ్యమును నిలుపుటకుగాని శక్తి నుపయోగించవలె ననుట; ఈ శక్తి ఉపయోగించని ఎడల కదలని ద్రవ్యము కదలకుండుట, కదలుచున్నద్రవ్య మాగకుండుట, జడత్వమనబడును. పరిమాణము, జడత్వము గలదంతయు ద్రవ్యమని చెప్పితిమేని ఘనములగు కర్ర, గాజు, ఇనుము, రాయి మొదలగునవి; ద్రవములగు నీరు, నూనె, పాదరసము మొదలగునవి; వాయువులగు ఆక్సిజన్ (ప్రాణ వాయువు), హైడ్రోజన్ (ఉదజని) మొదలగునవి, ఇవి అన్నియు ద్రవ్యములే. ద్రవ్యమునే ఇంగ్లీషులో 'మేటర్' అందురు.

బియ్యపు మూటనుగాని, నీళ్ళబిందెనుగాని మోయు ప్రతి వ్యక్తికిని ఘనములు, ద్రవములు బరువుగలవి అని సులభముగా తెలియును. ఇసుకను పారతో ఎగరవేయునపుడుగాని, పడవను నీటిలో తెడ్లతో నపుడునపుడుగాని, గాలి తిత్తిని నొక్కునపుడుగాని ద్రవ్యము జడత్వము కలదని నిశ్చయముగా ఎరుంగుదుము. అయినను గాలికి పరిమాణములేదా? బరువు ఉండదా? హైడ్రోజన్ భూమిచే ఆకర్షింపబడు నెడల, హైడ్రోజన్ విమానము పై కెగయ

నేల? దీనికి సమాధానము-హైడ్రోజన్ పై భూమికి ఆకర్షణ బలము నిశ్చయముగా నున్నది, కాని విమానము చుట్టు నున్న సామాన్య వాయువుపై భూమ్యాకార్షణబల మింత కన్న ఎక్కువ. అందుచే, భూమివైపు ఆకర్షింపబడు సామాన్యవాయువు హైడ్రోజన్ విమానమును పైకి తేల గొట్టును.

ద్రవ్యము కాక శక్తియను పదార్థము ప్రపంచములో నున్నది అని తెలిసికొంటిమి. చితికిపోయిన తుపాకి గుండొకటి బల్లమీద నున్నది. ఈ గుండు నిజముగా ద్రవ్యమే; దానికి పరిమాణమున్నది; బరువున్నది. దానిని క్రిందికి జారవిడిచిన భూమిచే నాకృష్టమై గబగబ క్రిందికి పడును. బల్లమీద నిశ్చలముగా ఉన్నంతసేపు దానికి జడత్వగుణమున్నది. ఏమన దానిని కదల్పవలెనన్న వేలి గోటితో కొంత శక్తితో మీటవలెను. ఈ గుండొకప్పుడు తుపాకి నాళమునుండి మందు ప్రభావముచే పైకి వెడలి నప్పుడు, దాని అవస్థ బల్లమీద పడియుండినప్పుడు కన్న భిన్నముగా నుండును. అది మనిషిని చంపివేయగలదు. లేదా ఇనుపరేకు గుండా కన్నమును దొల్చగలదు. దాని కార్యకరణ సామర్థ్యమునకు, అనగా ఇంకొక వస్తువులో మార్పు తేగల సామర్థ్యమునకు 'శక్తి'అని భౌతికశాస్త్రజ్ఞు లిచ్చు పేరు.

చలించుచున్న తుపాకిగుండు, పడియున్నదాని కన్న వేరైన గుణములు కలది. ఏలన మొదటిదాని శక్తి ఎక్కువ. తుపాకిగుండునకు చలనస్థితిలోనున్న శక్తికి గతి శక్తి అని పరిభాష. అయిన, బల్ల అంచుమీద కదలకుండ పడియున్నపుడు తుపాకి గుండునకు శక్తి ఏమైన ఉన్నదా? లేకేమి? దానిని కొంచెము మీటిన, నేలనున్న గాజుపాత్రపై బడి దానిని ముక్కలు చేయును. అట్లు అది కొంత పనిని చేసినది. నేలమీద ఉన్నపుడు అది అట్టి పనిని చేయలేదు. బల్ల అంచుమీద ఉన్నంతకాలము దాని పనిచేయుశక్తి వెల్లడికాలేదు. కాని శక్తి లేకపో లేదు. ఈ శక్తిని 'అనుద్భూత శక్తి' (పొటెన్షియల్ ఎనర్జీ) అందుము. ఈ శక్తి వస్తువునకు దాని స్థానప్రభావము వలన కలిగినది. నీటిధారలో పైనున్న నీరు, 'కీ' ఇచ్చిన గడియారపు స్ప్రింగ్, ఎక్కుపెట్టిన విల్లు ఇవి అన్నియు అనుద్భూత కార్యశక్తి గలవి.

గతిశక్తి, స్థానశక్తి కాక ఇంకను పలువిధములగు శక్తులు కలవు. మరగుచున్న నీరు చల్లటినీటికన్న హెచ్చు శక్తి గలది. ఏలన అది బాష్పయంత్రమును 'నడుపుట' అను పని చేయగలదు. దీనికి ఉష్ణతాశక్తి అని పేరు. ప్లాస్టిక్ దువ్వెనను పట్టుగుడ్డతో బలముగా రుద్దిన చిన్న కాగితపు ముక్కలవంటి తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు పనిచేయగల గుణము దాని కలవడును. దీనికి 'విద్యుచ్ఛక్తి' అని పేరు. ఒక బండెడుకర్రలలో అవి కాల్చిన వచ్చు బూడిదలోకన్న కార్యశక్తి హెచ్చుగానున్నది. ఏలన ఆ కర్రలను కాల్చిన ఉష్ణత లభ్యమగును. ఉష్ణతాశక్తి పైని చూపినట్లు కార్యమును చేయగలదు. కర్రలలో గుప్తముగా ఉండి అవి మండునపుడు బయలుపడు శక్తికి 'రాసాయనికశక్తి' అని పేరు. పై ప్రకరణములన్నిటిలో, శక్తి ద్రవ్యము నాశ్రయించియే కనబడుచున్నది. ఏదైన వస్తువు చలించిన గాని గతిశక్తి కనబడదు. ఉష్ణవస్తువు లేనిదే ఉష్ణతాశక్తి గోచరించదు. అటులనే విద్యుచ్ఛక్తికూడ ద్రవ్యము నంటి పెట్టుకొనియే ఉండును. కాని శక్తి ఒకప్పుడు ద్రవ్యము లేకుండ నుండగలదు. అట్టిది 'కాంతిశక్తి'. సూర్యునికాంతి సూర్యునినుండి విడివడి విశ్వములో ప్రవేశించి నలువైపుల ప్రసరించునపుడు దాని నంటిపెట్టుకొని ద్రవ్యమేదియు లేదు. మన వైపునకు ప్రసరించు కిరణములను దర్పణము లచే నీటికాగులపై కేంద్రీకరించ వచ్చును. కాగులయం దున్న నీరు సూర్యరశ్మికి వేడెక్కి మరగి ఆవిరియంత్ర మును నడపగలదు. అందుచే కాంతికి కూడా పనిచేయు సామర్థ్యము కలదు; అనగా శక్తిగలదు. కాంతి ద్రవ్యము కాదు. ఏలన సాధారణముగా దానికి బరువు మొదలగు, ద్రవ్యమునకున్న లక్షణములు లేవు. కొన్నాళ్ళ క్రిందట ద్రవ్యము లేనిదే శక్తి ఉండదని అనుకొనెడి వారు. అందుచే కాంతికికూడ 'ఈతర్' అను ద్రవ్యము నొక దానిని అంటగట్టినారు. విశ్వమంతట నిండియున్న ఈతర్ అను సూక్ష్మ ద్రవ్యము నాశ్రయించియే కాంతి ప్రసరించు ననియు, ఈతర్ కణముల స్పందనమే కాంతి తరంగము లనియు చెప్పినారు. ఈతర్ నిజస్వభావమును కనుగొను టకు చేసిన ప్రయత్నములన్నియు వ్యర్థములగుటయేకాక సిద్ధాంతమంతయు స్వవచనవ్యాఘాతములతో నిండి పోయినది. ఈతర్ కల్పన అనావశ్యక మని నేటి భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. కాంతి తరంగములు ద్రవ్యము నాశ్రయించని శక్తి అన్న నిష్కర్షకు వారు వచ్చినారు.

ఈ పై చర్చవలన శక్తి ద్రవ్యము నాశ్రయించికాని, ఆశ్రయించకుండకాని అనేకరూపములను దాల్చవచ్చునని తెలిసినది. ఏ రూపమున నున్నను పనిచేయు సామర్థ్యము శక్తికి కలదు. నీటిని వేడెక్కించిన అది వ్యాకోచించి దాని ఆయతన మెక్కువగును. ఇది స్థానమందలి మార్పు; మరి గించిన ఆవిరిగా మారును. ఇది స్థితియందలి మార్పు; నీటి 2,000°C ఉష్ణతకు గురిచేసినచో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ క్రింద

విచ్ఛిన్నమగును. ఇది సంఘట్టనమందు మార్పు. పై రెండు మార్పులు కేవల భౌతికశాస్త్రవిషయములు; మూడవ మార్పు రాసాయనికశాస్త్ర విషయము. అనగా సంఘట్టన యందు మార్పు లేకుండ ద్రవ్యమందు వివిధశక్తిరూపములు కలుగజేయు మార్పుల పరిశీలన భౌతికశాస్త్ర విషయమని సామాన్యముగా చెప్పవచ్చును. ప్రవాహవిద్యుత్తు పరిసరము లందు అయస్కాంతక్షేత్రము ఉద్భవింపచేయగలుగు నను విషయమును ఆధారము చేసికొని మాక్స్వెల్ విజ్ఞాని కాంతితరంగములు విద్యుదయస్కాంత స్పందనములని నిరూపించిన నాటినుండి కాంతి, విద్యుచ్ఛాస్త్రము రెండును ఏకశాస్త్రముగా నెన్నబడుచున్నవి.

హైన్రిచ్ హెర్ట్స్ విద్యుత్తరంగముల నావిష్కరించి నప్పటినుండి ప్రవాహరూపముగా ప్రసరించు శక్తిరూపము లన్నియు - అనగా ఉష్ణత, కాంతి, విద్యుత్తు - విద్యుదయస్కాంతక స్పందనభేదములే యని తెలిసినది. ఒక్క యాంత్రికశక్తి మట్టుకు ఈ ఏకీకరణ విధానమున కింకను లొంగలేదు. ఈ విషయమై ఐన్‌స్టయిన్ చేసిన ప్రయత్న ములు సఫలములైనపుడు భౌతికశాస్త్రమంతయు ఏక శాస్త్రముగా వెలయగల దను నమ్మకము భౌతికశాస్త్ర జ్ఞులకు కలదు.

క్రిందటి శతాబ్దాంతమువరకు ప్రకృతి సంఘటనలను వర్ణించుట, ఆ సంఘటనలను శాసించు నియమములను సూత్రీకరించుట భౌతికశాస్త్రమునకు ముఖ్యోద్దేశమై యుండెడిది. నేడు భౌతికశాస్త్రజ్ఞుని దృష్టి ప్రకృతి సంఘటనలను కంటికగపడని పరమాణుసంఘటనలతో సమన్వయించువైపు మరలినది. ఇదివరకు శాస్త్రజ్ఞుని దృష్టి కేవల సంఘటనల పరిశీలన యందే పరిమితమైనది. ఇప్పు డన్ననో ఆ సంఘటనలకు కారణము లరయ జూచు చున్నాడు. ఇటీవల బయలుపడిన పరమాణువు అంతరంగ రచన సహాయమున ద్రవ్య సంఘటనలను వివరించుటకు వీలగుచున్నది. అందుచే పరమాణునిర్మాణపరిశీలన భౌతిక శాస్త్రమునకు నేడు ముఖ్యాంగమైనది.

ఇదిగాక గాలి, నీరు, వీటి ప్రవాహశక్తిని, యంత్రముల సహాయమున యాంత్రికశక్తిగా మార్చుచున్నాము. ఈ యాంత్రికశక్తిని డైనమో నడుపుట కుపయోగించిన విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టుచున్నది. విద్యుచ్ఛక్తిని మరల మోటార్ల సహాయమున యంత్రశక్తిగా మార్చవచ్చును. ఇట్లు శక్తులు పరస్పర వినిమయముల నొందుచున్నవి. ఈ వినిమయము శక్తులన్నిటికిని సామాన్యము.

పైని వివరించిన వివిధములగు శక్తులు, వాటిని పుట్టించు విధానములు, వాటి లక్షణములు, వాటి కార్యకరణ సామర్థ్యము, వాటి పరస్పరవినిమయము, ఇవన్నియు భౌతికశాస్త్రవిషయము లైనను అనుశీలనసౌకర్యము కొరకు విషయవిభాగ మావశ్యకము. ఆ విభాగము వివిధములగు శక్తిరూపముల ననుసరించి చేయబడినది :

1. జడద్రవ్యరాసుల చలనశక్తి - గతిశాస్త్రము (Kinetics). ఇందులో స్థితిశాస్త్రము (Statics), ద్రవస్థితి శాస్త్రము (Hydrostatics) అంతర్భూతములు.

2. భూమికి వస్తువులపైనుండు ఆకర్షణశక్తి-గురుత్వాకర్షణము (Gravitation). ఇందులో అనుద్భూతశక్తి (Potential Energy) అంతర్భూతము. నీటిధారలశక్తి, సూర్యునిచుట్టు వాటిస్థానము మారుచున్నపుడు గ్రహముల కుండు చలనశక్తి, వేలలు (Tides) ఈ గురుత్వాకర్షణ ముతో సంబంధించినవియే.

3. స్థితిస్థాపకశక్తి (Elasticity) - ఇందులో ధ్వనిశాస్త్ర మంతర్భూతము.

4. కైశికాకర్షణబలము (Capillary Force) - తల తన్యతాశాస్త్రము (Surface Tension).

ఈ పై నాలుగు భాగములలో నిరూపితమైన శక్తిచేయ గలపని ఒక వస్తువు స్థానమందలి మార్పులగుటచే ఈ నాలుగు భాగములును నిజముగా గతిశాస్త్రములో నంతర్భూతములే. వీటిని కలిపి యాంత్రికశాస్త్రము (Mechanics) అందురు.

5. ఉష్ణత—తాపశాస్త్రము (Heat) అణువులకు గల చలనశక్తియే వేడిరూపమున వ్యక్తమగును, కనుక తాప శాస్త్రముకూడ ఇంకొక దృష్టిలో గతిశాస్త్ర విభాగముగా పరిగణించవచ్చును.

6. స్థిరవిద్యుచ్ఛక్తి - వస్తువులపైనున్న విద్యుదావేశ ఫలితము - స్థిరవిద్యుత్తు (Electro-statics).

7. ప్రవాహవిద్యుచ్ఛక్తి—బేటరీల నుండియు, డైన మోలనుండియు పుట్టునది ప్రవాహవిద్యుత్తు.

8. కాంతశక్తి—అయస్కాంత ధర్మములు : ప్రవహించు చున్న విద్యుత్తు తనచుట్టు అయస్కాంతక్షేత్రము నొకదానిని సృజించును కనుక - ఇదికూడ విద్యుచ్ఛాస్త్రము లోనే అంతర్భూతము.

9. శక్తివినిమయ సంఘటనలు — తాపగతిశాస్త్రము లేదా శక్తిశాస్త్రము (థెర్మోడైనమిక్స్).

10. రాసాయనికశక్తి—పెక్కు ద్రవ్యములు పరస్పరము రాసాయనిక సంయోగమునకు యత్నించును. వాటిని విడదీయుటకు విస్తారము శక్తి నుపయోగించవలెను. ఈ విభాగము కేవలము రాసాయనికశాస్త్రమునకు చెందినది.

11. వికిరణశక్తి—సూర్యునినుండి వచ్చుచున్న వేడి, వెలుతురు, భూమిని చుట్టపెట్టుచున్న రేడియోతరంగములు - ఇవి వికిరణరూపములు.

12. పరమాణుశక్తి—పరమాణువులో మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్న శక్తి రెండు విభాగములుగానున్నది. అందు మొదటిదాని స్థానము ఎలక్ట్రాన్ ప్రాకారము. ప్రకాశమానమగు వస్తువులనుండి ప్రసరించు కాంతి, భూతములపై పడు వేడిమి - ఈ రెండును పరమాణువు పై తలమునకు సంబంధించినవి. రెండవది కేంద్రకమందు ఇమిడియున్న మహాశక్తి. దీనిని ఇటీవలనే శాస్త్రజ్ఞులు విడుదలచేయగలిగిరి. ఈ విషయమంతయు - పరమాణుభౌతికశాస్త్రమను పేర సంగ్రహించబడును(చూ. పరమాణు విజ్ఞానము).

# భౌతిక విజ్ఞానము - ఆరంభ యుగము

ప్రాచీన పాశ్చాత్య నాగరికతలలో ప్రశంసార్హస్థానము నార్జించినది గ్రీక్ దేశము. క్రీ. పూ. 1,000 ప్రాంతమున ఈజీయన్‌సముద్రతీరములను ఒక క్రొత్త మానవజాతి ఆక్రమించినది. ఆనాడు వీరు ఆక్రమించుకొనిన ప్రాంతమే నేటి గ్రీస్; నాటిపేరు హెలస్. పూర్వపుదేశవాసుల జయించి దేశము నాక్రమించుకొనుటలో క్రొత్తగా కనుగొనబడిన ఇనుముతో చేయబడిన ఆయుధముల నుపయోగించుట వీరికి అర్థసాధకమయిన దని పురాచరిత్రవిదులందురు. నిజముగా గ్రీక్‌లు ఇనుపయుగమును ప్రవేశపెట్టినారో లేదో గాని మధ్యధరాసముద్ర ప్రాంతనాగరికతలలో వారు నూతన మానసిక యుగకర్తలని చెప్పనగును. అనగా పరిసరముల దృగ్గోచరమగు సంఘటన లన్నిటిని అవగాహించుకొని వివరణకై ప్రయత్నించు మానసికస్థితిని అలవర్చుకొన్న యుగమును స్థాపించిన గౌరవము గ్రీక్‌లకే దక్కును.

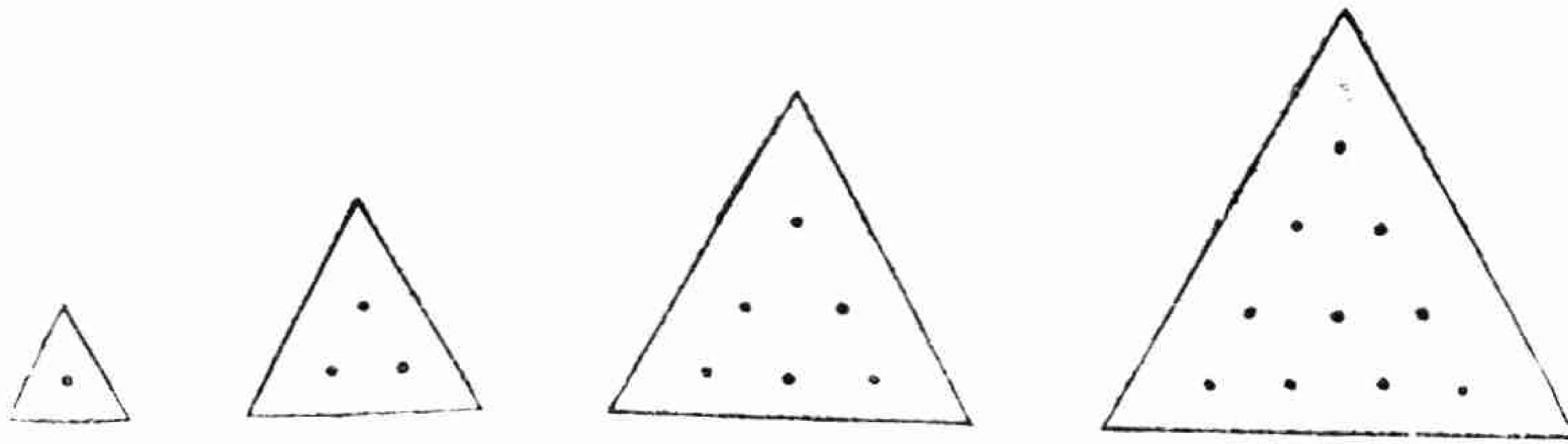
## గ్రీక్ సంప్రదాయము

క్రీ. పూ. 700 వరకును దేశాక్రమణమందు, వారిలో వారికి కలహములందు కాలము కడచిపోయినది. ఈ కాలమునకు అభ్యుదయోపేతములైన స్వతంత్రనగరరాజ్యములనేకములు నెలకొల్పబడి ఈజీయన్ సముద్రతీరమందున్న ద్వీపములన్నియు ఈ నగరరాజ్యములకు వలసదేశములుగా ఏర్పడినవి. ఈ ద్వీపములకు వలసపోయిన వారలలో ఆసియామైనర్ పడమటితీరమున ప్రతిష్ఠితమైన అయోనియన్‌లు మిక్కిలి ప్రసిద్ధులు. తేలీజ్ అను మొదటి గ్రీక్ తత్త్వవేత్త ఈ అయోనియన్ ద్వీపములందు వెలసినవాడే. మనుజు డింతకుపూర్వము సేకరించిన జ్ఞానము చాలవరకు తన దైనందిన జీవనమునకు చెందినది. అదిగాక అజ్ఞానమం దధికభాగము పురాణయుగమునాటి మూఢవిశ్వాసములచే దూషితము. పౌరాణిక విశ్వాసశృంఖలమునుండి విజ్ఞానమును విడుదలచేసిన కీర్తి గ్రీక్‌లది. ప్రకృతివర్తనమందు దైవసంఘటనల ప్రాభవము లేశమాత్రమును లేదనియు, ప్రకృతిచర్యను అవగాహించుకొనుటకు మానవబుద్ధి యొకటియే చాలుననియు లోకమునకు బోధించినవారు గ్రీక్‌లు.

భౌతికశాస్త్రముల నభ్యసించుటకు ఈ నాటివలె ఆనాడు గ్రీసుదేశములో ప్రయోగశాలలు లేవు; ప్రయోగ పరికరములు లేవు. కావున మానవబుద్ధిని, దానినుండి జనించిన హేతువాదముల సహాయముగా తీసికొని ఆనాటి గ్రీక్ శాస్త్రాధ్యాపకులు శాస్త్రనిర్మాణమును ప్రారంభించిరి. భౌతికశాస్త్రములకు 'ప్రయోగము' ప్రధానాంగము. ప్రయోగముచే పోషితమగు ఊహయే శాస్త్రజ్ఞానమునకు బీజము. సాధారణముగా పరిసరపరిస్థితులను మార్చుటచే వస్తువులయందు గలుగు మార్పులను పరిశీలించుట ప్రయోగముయొక్క ప్రధాన ప్రయోజనము. వస్తువుపై ప్రయోగమును సాగించకుండ దానిని దూరమునుండి చూచినంత మాత్రమున దాని నిజస్వభావము మనకు తేటపడదు. ధాతువులతో పనిచేయువాడు, గాజును తయారుచేయువాడు, బట్టలకు రంగువేయువాడు, తోళ్ళను పదనుచేయువాడు, కంసాలి, కమ్మరి, కుమ్మరి - వీరలకు వస్తుగుణములతో ఉన్నంతపరిచయము, ప్రయోగముజోలికిపోని తత్త్వశాస్త్రాధ్యాపకునికి ఉండదు. గ్రీక్ నగరరాజ్య నాగరికతలో, సామంతేతరులగు బానిసలచేతిలో పైని పేర్కొనిన పారిశ్రామిక కళ లుండెడివి. గ్రీక్‌సామంతుడు బానిసలు చేయు ప్రయోగములచే తన చేతులను మలినము చేయుట కిచ్ఛగించడు. అందువలన నాటి గ్రీస్‌దేశమందు ప్రపంచసంఘటనల గురించిన సిద్ధాంతములు ప్రయోగపోషితములు కాలేదు. ప్రయోగపుజోలిలేని తర్కశాస్త్రము, గణితశాస్త్రము - ముఖ్యముగా క్షేత్రగణితము గ్రీక్‌వేత్తలచేతులలో మహత్తరోన్నతిని పొందినవి. ప్రయోగాపేక్ష కలిగిన భౌతికశాస్త్రము అంతగా వృద్ధినిచెందలేదు. ప్రయోగసత్యదూరము లగుటచే వారి భౌతిక సిద్ధాంతములు అంత ప్రయోజనకరము కాలేదు.

గ్రీక్ శాస్త్రవేత్తలలో తేలీజ్ (క్రీ. పూ. 624-546) మొదటివాడని చెప్పియుంటిమి. ఈయన మైలీటస్‌నగర

ములో జన్మించెను. వృత్తిచే వర్తకుడు. వ్యాపారమునకు చాల విదేశములను పర్యటనముచేసినవాడు. తన పర్యటనలలో ఈజిప్టుదేశపు ప్రాయోగిక విజ్ఞానముతో పరిచయమును సంపాదించెను. ముఖ్యముగా ఈజిప్షన్ల క్షేత్రమానవిధములు, వారి నక్షత్ర అవేక్షణలు ఈతని మనస్సును ఆకర్షించినవి. పర్యటనము చాలించి తనదేశమునకు తిరిగివచ్చి తన జీవితావశేషమంతయు తత్త్వశాస్త్రాధిగమమునకై వినియోగించెను. ఈజిప్షన్ల క్షేత్రమానపద్ధతుల వెనుక కొన్ని సాధారణనియమములున్నవని ఈయన గుర్తించి ఈ నియమములు క్షేత్రగణితబీజములని కనుగొనెను. ఈయన ఉపపాదించిన సిద్ధాంతములలో 'సమద్విబాహుత్రిభుజమందు పీఠము తక్కిన రెండు భుజములతోచేయు కోణములు పరస్పరసమానము' అనునది చాల ముఖ్యమైనది, క్షేత్రగణితమందిట్లు ప్రవేశమునుగన్న గ్రీక్ బుద్ధి బాతు నీటియందెట్లు సహజముగా ప్రవర్తించునో అట్లే క్షేత్రగణితమందు ప్రవర్తించినది.



(అ) త్రికోణ సంఖ్యలు

1, 3, 6, 10 చుక్కలను పైనిచూపిన త్రికోణాకారములుగా పంచవచ్చును. పేర్పులో మొదటిపంక్తిలో ఒకటి, రెండవపంక్తిలో రెండు, మూడవపంక్తిలో మూడు, నాలుగవ పంక్తిలో నాలుగు వచ్చుచుండును. 1, 2, 3, 4, 5, 6 అను అంకశ్రేణిలో మొదటిది, మొదటిరెండు, మొదటి మూడు, మొదటి నాలుగు వరుససంఖ్యలను సంకలనము చేయగా లభ్యమగు అనగా 1, 3, 6, 10 వంటి సంఖ్యలకు త్రికోణ సంఖ్యలని పేరు.

తేలీజ్‌ను గురించిన ఇంకొక వింత విషయము గలదు విద్యుత్తు జ్ఞానమునకు ఆదిపురుషుడు ఈయనే. సీమగుగ్గిలమును చేతితోరుద్దిన చిన్నచిన్న తేలికవస్తువుల నాకర్షించు సామర్థ్యము దానికి అబ్బునని తెలుసుకొనినవాడు తేలీజ్. సీమగుగ్గిలమునకు గ్రీక్ భాషలో 'ఎలక్ట్రాన్' అని పేరు. ఈ పదమునుండియే నేటి 'ఎలక్ట్రిసిటీ' అను ఆంగ్లేయపదముత్పన్నమైనది. తేలీజ్‌ను మనము ముఖ్యముగా జ్ఞాపకముంచుకొనుటకు మరియొక ప్రబలకారణ మున్నది. ఈ ప్రపంచ మెట్లు ఉత్పన్నమైనది అను గడ్డుప్రశ్నకు సమాధానమును కనుగొన యత్నించినవారలలో తేలీజ్ మొదటివాడు. ఏకారణముననో మానవబుద్ధి ఎల్లప్పుడును దృశ్యప్రపంచమందు గన్పట్టు వస్తువైవిధ్యమునకు ఒకేమూలవస్తువు కారణమన్న అభిప్రాయమునకు వచ్చుచుండును. ఈ మూలద్రవ్య మేదియై యుండవచ్చు ననుప్రశ్నకు వేరువేరు కాలములలో భిన్నదేశములలో అనేకమంది విజ్ఞానులు, వివిధ సమాధానముల నిచ్చిరి. తేలీజ్ ఆ మూలద్రవ్యము 'నీరు' అన్నాడు. అనాక్సమేనీస్ (క్రీ.పూ. 585-525) దానిని 'వాయువు' అని వచించినాడు. ఈ ప్రశ్నవిషయమై సూక్ష్మ పరిశీలన నొనరించిన అనాక్సిమాండర్ (క్రీ. పూ. 610-545) ఆ మూలద్రవ్య మొక నిరవధిక, అనిర్దేశ్య పదార్థమనియు, దాని వివర్తమే ఈ దృశ్యప్రపంచమంతయు అనియు నొక గంభీరసూచనను చేసెను. ఎల్లప్పుడును మార్పునే చూపు ప్రపంచమునకు అట్టి మార్పు స్వభావముగా కలిగిన 'అగ్ని'యే మూలకారణమని హెరాక్లైటస్ (క్రీ. పూ. 535-475) బోధించెను.

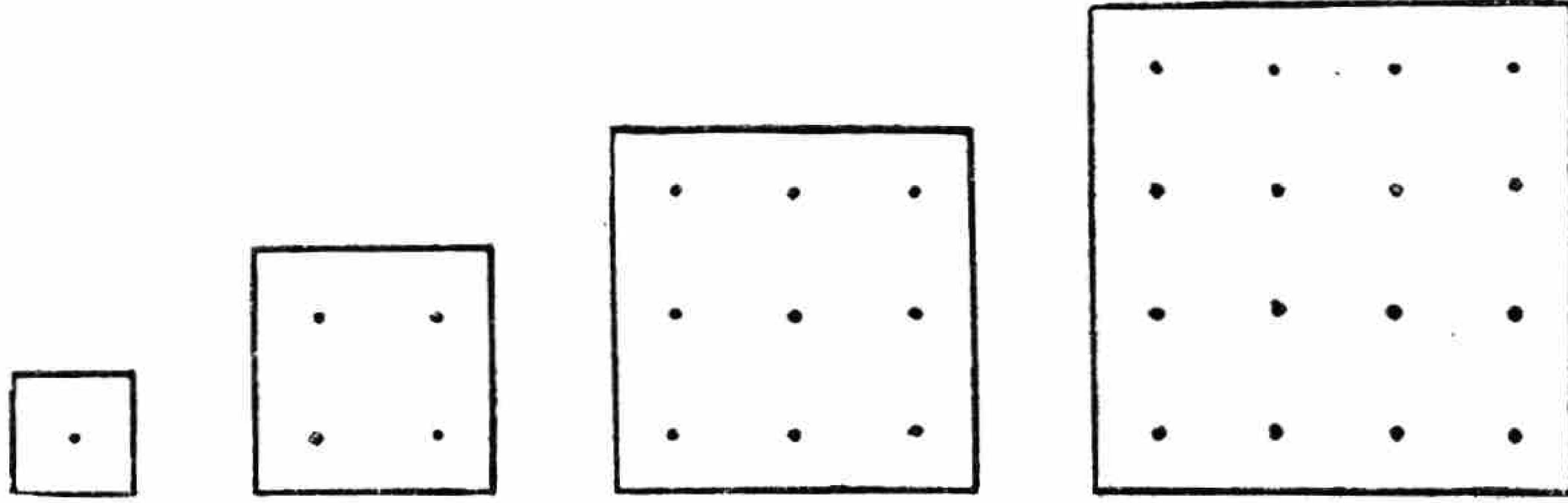
ఇట్టి ఏకతత్త్వవాదముల ప్రక్కను బహుతత్త్వవాదములు కూడ బయలుదేరినవి. అనాక్సాగొరస్ (క్రీ. పూ. 500-428) ప్రపంచసృష్టికి అనేకబీజములు మూలమనియు, ఎంపిడక్లీజ్ (క్రీ. పూ. 490-430) నీరు, గాలి, పృథ్వి, నిప్పు అను నాలుగు మాత్రమే మూలమనియు ప్రతిపాదించిరి.

ప్రపంచపరిణామమును మూలద్రవ్యములచే వివరించుటకు బదులుగా పితాగొరస్ (క్రీ.పూ.570-500) వస్తువు నందిమిడియున్న ద్రవ్యముకన్న దానికి ఆకారమునిచ్చు తత్త్వమే ప్రధానమైనదని ప్రతిపాదించెను. మర్రివిత్తునుండి మర్రిచెట్టే జనించునుగాని మరియొకవిధమగు వృక్షముగాని, జంతువుగాని జనించదు. అందుచే ఆకృతియే సృష్టికి ప్రధాన బీజము.

సంగీతస్వరముల పరస్పరసంబంధము వాటిని జనింపచేయు తంతువులకు గల పొడవుల నిష్పత్తినిబట్టి యుండునని పితాగొరస్ తెలిసికొని సృష్టియందు నిష్పత్తియే మూలతత్త్వమని బోధించెను. ఈ నిష్పత్తిసంబంధమునే ప్రపంచసంఘటనల వివరణకై ఆయన ఉపయోగించెను. విశిష్టజ్యామితీయ ఆకారములుగల బిందుసముదాయములచే సంఖ్యలను నిరూపించు ఆనాటి సంప్రదాయముల ననుసరించి, సంఖ్య 'సృష్టి'కి మూలాధారమని ఆయన ఉపదేశించెను. మాటకు సంఖ్యలలో కొన్ని త్రికోణకములు కొన్ని సమచతురస్రములు. ఈ పైన కనపరచినట్లు (అ) 1, 3, 6, 10 మొదలగు సంఖ్యలు త్రికో

ణకములు ; క్రింద కనపర్చినట్లు (అ) 1, 4, 9, 16 సంఖ్యలు సమచతురస్ర సంఖ్యలు.

పితాగొరస్ అభిప్రాయము ప్రకారము రేఖలు బిందువుల కూర్పులు, తలములు రేఖల కూర్పులు, ఘనములు తలముల పేర్పులు అనగా రేఖలను బిందువులక్రింద తలములను రేఖలక్రింద, ఘనములను తలముల క్రింద విడదీయవచ్చు నన్నమాట. అందువలన సృష్టిఅంతయు సంఖ్యామూలకమే. ఏదో యొక విధముగ శాస్త్రలోకములో ఈ రోజువరకును భౌతికసంఘటనలు సంఖ్యామూలకము లన్న పితాగొరస్ భావము తలచూపుచునే యున్నది. (చూ. పరమాణు రచన - రాసాయనిక ధర్మములు).



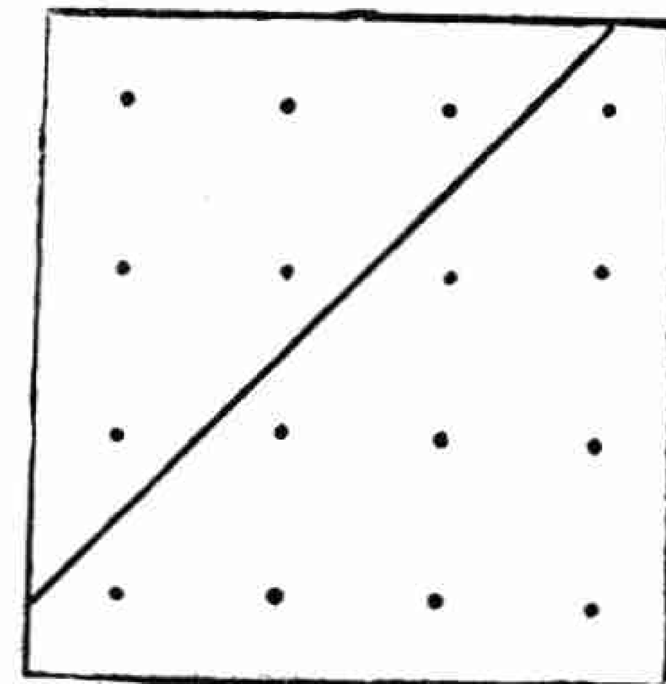
(అ) సమచతురస్ర సంఖ్యలు

1, 4, 9, 16 చుక్కలను సమచతురస్రాకారములో స్పష్టముగా కనపడునట్లు అమర్చవచ్చును. ఇవి సామాన్యాంక శ్రేణిలోనున్న సంఖ్యల వర్గములు

ప్రపంచ సంఘటనలను గ్రీక్ తత్త్వవేత్తలు ఇట్లు వివరించుచుండ, బానిసవృత్తిలో జీవించుచుండిన ఎబ్డీరాపట్టణవాసుడగు డెమొక్రటీజ్ (క్రీ. పూ. 470 - 400) ద్రవ్యగుణములతో ప్రత్యక్ష పరిచయమును సూచించు పరమాణువాదమును ప్రతిపాదించెను. ఈ సిద్ధాంతము తన గురువగు 'ల్యూసిపస్' చే 'డెమొక్రటీజ్'నకు ఉపదిష్టమని చరిత్రవిదులందురు. ఏది ఎట్లున్నను శాస్త్రలోకమందు ప్రథమ ద్రవ్యసంఘటన సిద్ధాంతము, పరమాణు వాదము, "ప్రపంచమందలి ద్రవ్యమంతయు మార్పులేని పరమాణువులతోను, వాటిమధ్యనుండు అంతరావకాశములతోను నిర్మితమైనది. పరమాణువులు ఘనములు ; అవి అవిభాజ్యములు; కఠినములు; అసంపీడ్యములు; అవినాశ్యములు. అవి ఎల్లప్పుడును చలనమును కలిగియుండును. వాటి చలనమును నశింపచేయలేము. ద్రవ్యప్రపంచమందలి మార్పునకు పరమాణువులోపల జరుగు మార్పు కారణముకాదు. నిర్బంధింపబడినపుడు వాటి చలనములోను, వాటి పరస్పర విన్యాసములలోను కలుగు మార్పులే ప్రపంచ పరిణామమునకు కారణ మగుచుండును. ఈ దృష్టిలో పూర్వనిర్దిష్ట మార్గము ననుసరించు యంత్రమువంటిది ప్రపంచము" పర్యవేక్షకుడగు మానవుని మనస్సునకు వెలుపల స్వతంత్ర మగు బాహ్యార్థ ప్రపంచము ఉన్నదని ఈ సిద్ధాంతము చాటు చున్నది. అనగా పరమాణు సిద్ధాంతులు సంపూర్ణ బాహ్యార్థవాదులు.

గ్రీక్ తత్త్వవేత్తలలోకెల్ల అసమాన ప్రతిభాశాలురని పేరుగన్నవారు ప్లేటో, ఈయన శిష్యుడు అరిస్టాటిల్. ప్లేటో గ్రీక్ దేశపు మహాజ్ఞానియగు సోక్రటీస్ శిష్యుడు. అరిస్టాటిల్ అలెగ్జాండర్ చక్రవర్తికి ఆచార్యుడు. ప్రపంచ మహాపురుషుల నలుగురి సంయోగమిచ్చట మనకు గోచరమగుచున్నది. ఈ సంయోగమందలి వింత ఏమియన, వీరు నలుగురును భిన్న ఆశయములు, భిన్న స్వభావములు కలవారు. శాస్త్ర విషయములలో ఈ నలుగురిలో అరిస్టాటిల్ మనకు ముఖ్యుడు.

ప్లేటో (క్రీ.పూ. 427 - 347) ఏథెన్జ నగరములో 'ఏకాడెమీ' అను పేరుగల ప్రసిద్ధ విద్యాలయము నొక దానిని స్థాపించెను. చల్లటి నీడల నొసంగు ప్రాంతవృక్షములుగల బాటలు పెక్కులుగల ఒక ఉద్యానమందా విద్యాలయము నిర్మితమైనది. విద్యాలయద్వారము పై భాగమున 'క్షేత్రగణితము నెరుగనివారి కిందు ప్రవేశములేదు' అను శాసనము లిఖితమై యుండెను. ఇది ప్లేటో పితాగొరస్ శిష్యుడు కావచ్చునను భ్రమకు చోటిచ్చుచున్నది. కాని నిజమునకు ప్లేటో క్షేత్రగణితమును లౌకిక ప్రయోజనములకై వినియోగించుట, దానికి అవమానము



రెండు క్రమిక త్రికోణ సంఖ్యల సంకలనమువలన ఒక చతురస్ర లేదా వర్గసంఖ్య ఎట్లేర్పడునో ఈ చిత్రములో కాననగును. ఈ చిత్రములోని చతురస్ర సంఖ్య 16. ఇది 6, 10 అను రెండు వరుసగానున్న త్రికోణ సంఖ్యల కూర్పు.

చేకూర్చుటయను యభిప్రాయము కలవాడు. ప్లేటోమతము ప్రకారము, క్షేత్రగణిత ముఖ్య ప్రయోజనము బాహ్యార్థములనుండి మనస్సును వేరుచేసి అమూర్త తత్త్వమందు దానిని కేంద్రీకరించుట. ఈ విధముగ జ్యామితీయ ఆకృతులను మననముచేసి, వర్తులము ప్రకృతిలో సంభవమగు

రేఖలలో కెల్ల సంపూర్ణమైనది అను అభిప్రాయమునకు వచ్చెను. తరువాతి గ్రీక్ తత్త్వవేత్తలకే గాక యూరప్ దేశీయులకు కూడ శతాబ్దముల తరబడి ప్లేటో సిద్ధాంతము అందు విశ్వాసము మెండు. అందువలననే కెప్లర్ అను జర్మన్ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు 2,000 ఏండ్లకు తరువాత, "గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు వర్తులకక్ష్యలలో తిరుగవు; అండవృత్త కక్ష్యలలో తిరుగును" అని సహేతుకముగా నిరూపించినను ఎవరును కెప్లర్ సిద్ధాంతమునందు విశ్వాసమును కనుపర్చలేదు.

ప్లేటోకు పరిసర ప్రకృతి సంఘటనలను పరిశీలించుట యందు ఉత్సుకతలేదు. మానవుడు, అతని ప్రవర్తన, ఇవి ప్లేటోకి పరీక్షావిషయములు, అనగా ఆయనకు నీతిశాస్త్ర మందు అభినివేశ మధికము. అందుచే క్షేత్రగణితవిద్య నీయన తన విద్యార్థులకు యుక్తిసహిత విమర్శనాపద్ధతుల కరపుటకై ఉపయోగించెను.

తేజస్వియు, ఉత్సాహపూరితుడును అగు అరిస్టాటిల్ తన 18వ ఏట ప్లేటో విద్యాలయమును ప్రవేశించెను. అరిస్టాటిల్ క్రీ. పూ. 384 లో గ్రీస్ దేశమున స్టెజీరాపట్టణమున జన్మించెను. ఈతని తండ్రి మాసిడోనియారాజగు ఫిలిప్ వద్ద దర్బారువైద్యుడు. అందుచే వైద్య, జీవశాస్త్రములందు ఔత్సుక్యమును పురికొల్పు పరిస్థితులలో ఈయన పెరిగినవాడు. ప్లేటో విద్యాలయమందు అనేకవిధములగు శిక్షణలకు గురియైనను, జీవశాస్త్రమం దభిరుచి జీవితాంతమువరకు ఈయనను వెంట నంటినది.

ప్లేటో మరణానంతరము అరిస్టాటిల్ ఆ విద్యాలయమును విడిచిపెట్టెను. తరువాత మాసిడోనియా ప్రభువు ఫిలిప్ కుమారుడగు అలెగ్జాండర్‌నకు అధ్యాపకుడుగా కుదురుకొనెను. అలిగ్జాండర్ రాజైన తరువాత అరిస్టాటిల్ ఏథెన్స్ నగరమందు 'లైసీయం'అను విద్యాశాల నొకదానిని స్థాపించెను. జీవితపరమావధిగా తను స్వీకరించిన జీవితప్రయోజనమును ఈ విద్యాశాలయందే అరిస్టాటిల్ సాధించెను. అది యేదియన తనకాలమునాటి జ్ఞానసర్వస్వమును సేకరించి గ్రంథస్థముగా నొనర్చుట. అప్పటివరకు తత్త్వబోధకులందరు వారివారి శిష్యులకు ఉపదేశించిన జ్ఞానమును గ్రంథస్థమును చేయలేదు. అరిస్టాటిల్ గ్రంథములరచించి జ్ఞానమునకు స్థిరరూపమును ఇచ్చుటచేత ఆయన ప్రాభవము చిరస్థాయి అయినది. అరిస్టాటిల్ బోధించిన శాస్త్రజ్ఞాననిర్మాణపద్ధతి ఈ క్రింది విధమున సాగినది. జంతువులు, చేపలు, వృక్షములు, చలించు వస్తువులు, వివిధములగు ద్రవ్యములు, జ్వలనము, నక్షత్రములు, తక్కిన నభోమూర్తులు - వీటి అన్నిటి విషయమై మొదట తనకు వీలైనన్ని సమగ్రమగు విషయములను సేకరించుట; తరువాత వేరువేరు శీర్షికలక్రింద విషయములను వర్గీకరించుట; తుదకు ప్రకృతివ్యవహారములు ఎందు కట్లు జరుగునో యను విషయమును గురించి సిద్ధాంతకల్పన. ఈ సమాలోచన మార్గమందంతట తాను ప్లేటోవద్ద నేర్చుకొన్న హేతువాదపద్ధతినే అరిస్టాటిల్ ఉపయోగించెను. ఇది చాల అద్భుతమైన నిర్వహణమే కాని, గెలిలియోవంటి తరువాతి భౌతికసత్యాన్వేషకుల మార్గములో అరిస్టాటిల్ పెద్ద అడ్డు. అది ఎట్లు సంభవించినది? ఈ ప్రశ్నకు సమాధాన మిది: అరిస్టాటిల్ ఉపయోగించిన తర్కపద్ధతిలో ఏ మాత్రమును లోపము లేదు. నేటికిని తర్కశాస్త్రమందు ఆయన ప్రామాణ్యతను లోకము నమ్ముచున్నది. కాని అనేక విషయములలో ఆయన సేకరించిన విషయములు నిజమైనవి కావు; వాటి నిజానిజములను ప్రత్యక్షముగా తెలిసికొనుటయందు అరిస్టాటిల్‌కు పట్టుదల తక్కువ. అసత్కార్యవాద స్థాపనకై భారతీయ వేదాంతులు విశ్వసించిన 'గోమయమునుండి తేలు జన్మించు' నను విషయమువంటి లోకములో ప్రచారములో నున్న ఏ తప్పుడు కథలనైనను నమ్ముచుండెడివాడు. లేదా సంఘటనలు ఏ రీతిగా జరుగునో ఆ రీతిగ జరుగునని అనుకొనుచుండెడివాడు. పీసా విశ్వవిద్యాలయాచార్యులతో గెలిలియో తగవు తెచ్చుకొన్న విషయము అయథార్థ భూతార్థమునకు అద్భుతదృష్టాంతము. మీదనుండి దిగవిడిచిన వస్తువుల పతనవేగములు వాటి భారములతో అనులోమముగా మారుచుండునని అరిస్టాటిల్ ఉపదేశము. విశ్వవిద్యాలయాచార్యుల కన్నులఎదుట గెలిలియో ఒక బరువైన వస్తువును, ఒక తేలికైన వస్తువును పీసా గోపురశిఖరమునుండి ఒకే సమయమున నే జారవిడిచి ఆ రెండును మరల ఒకే సమయముననే నేలపై బడునని నిరూపించెను. అరిస్టాటిల్ ఉపదేశమందు గ్రుడ్డినమ్మకము గల పీసావిశ్వవిద్యాలయాచార్యులు వారి కన్నులనే వారు నమ్మలేకపోయిరి. అరిస్టాటిల్ ఆ ప్రయోగ సమయమున అక్కడ ఉండినపక్షమున గెలిలియోతో 'జితోస్మి' అని పలికియుండును. భూతార్థములను ప్రయోగపూర్వకముగా పరిశీలింప లేకపోవుటయే అరిస్టాటిల్ వ్రాతలలోని ప్రమాదము. నేడు 'భౌతికశాస్త్ర' మని పేరు పెట్టిన శాస్త్రశాఖయం దెల్లెడల అరిస్టాటిల్ ఇట్టి పొరపాట్లనే చోర నిచ్చెను.

నాటికాలమందు తలచూపిన మరి రెండుప్రశ్నలకు అరిస్టాటిల్ ఇచ్చిన సమాధానములు కూడ సత్యదూరములే. కాని, అవి అరిస్టాటిల్ ఇచ్చిన సమాధానములు

కావున లోకము వాటిని విశ్వసించెను. మొదటిప్రశ్న ద్రవ్యరచనను గురించినది. ఎంపిడక్లీజ్‌చే ప్రతిష్ఠాపితము, పితాగొరస్ విస్తృతము గావించబడిన మూల ద్రవ్యసిద్ధాంతమును - అనగా, ప్రపంచమందలి ద్రవ్యసృష్టికి పృథ్వి, నీరు, గాలి, నిప్పు అను నాలుగు మూల ద్రవ్యములు బీజము లను సిద్ధాంతమును స్వీకరించి ప్రచారములోనికి తెచ్చెను. అదిగాక, త్వగింద్రియగ్రాహ్యములగు వేడిమి, చల్లదనము, ఆర్ద్రిత, అనార్ద్రిత అను నాలుగు గుణములలో ఏదోయొక రెండుగుణములనుండి ప్రతి మూలద్రవ్యము ఉద్భవించునను ప్లేటో అభిప్రాయముతో మూలద్రవ్యసిద్ధాంతమును సమన్వయించి, దానిని మనస్తత్త్వశాస్త్రదృష్టిలో సమర్థించెను. విశ్వకేంద్రస్థానమున భూమి ఉన్నదనియు, దానిచుట్టు చంద్రుడు, సూర్యుడు, గ్రహములు, నక్షత్రములు వేరువేరు గోళతలముల తిరుగుచున్నవనియు అరిస్టాటిల్‌చే కల్పితమైన విశ్వరచన లోకమున కంతయు ప్రమాణమైనది. 700 ఏండ్ల తరువాత క్రైస్తవమతము ఈ విశ్వరచనాకల్పనను శిరసావహించి మతసిద్ధాంతములకు ప్రాపుగా అంగీకరించినది. అరిస్టాటిల్ అభిప్రాయములు తప్పు అని ప్రచారముచేయు వ్యక్తి ఎవ్వరైనను క్రైస్తవమతసంస్థచే కఠినశిక్షకు పాత్రులగుచుండెను.

కాని, అరిస్టాటిల్‌చే వివరింపబడిన శాస్త్రభాగములలో జీవశాస్త్రము కేవలస్తుతికే పాత్రము. ఈ శాస్త్ర విషయమంతయు తను ప్రత్యక్షముగా అవేక్షించినదియే. ఈ అవేక్షణ ఫలితములను గ్రంథరూపమున వెల్లడించెను. తను అవేక్షించిన జంతువుల జీవన వ్యవహారములను యథార్థముగా వర్ణించుటకు అరిస్టాటిల్ తీసికొనిన జాగరూకత నేటి జీవశాస్త్రాభ్యాసకులకు కూడ మార్గదర్శకము.

వివిధ జ్ఞానవిషయముల గురించి ఒక ముప్పదికి తక్కువ గాకుండ అరిస్టాటిల్ రచించిన గ్రంథము లుండవచ్చునని చరిత్రకారుల నమ్మకము. మనవరకు మిగిలియున్నవి ఒక పది మాత్రమే.

ఇక సంగ్రహముగా శాస్త్రాభివృద్ధికి అరిస్టాటిల్ కావించిన మేలు, కీడు విచారింతము. శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదనయందు శాస్త్రాభ్యాసకుడు ఎట్టి కుతూహలమును, అవేక్షణదీక్షను కనుపరుచవలయునో తన జీవితమునే దృష్టాంతముగ నిరూపించుట అరిస్టాటిల్ శాస్త్రమునకు కావించిన మేలు; ప్రయోగపూర్వకముగా వాటి యాథార్థ్యమును పరీక్షకు గురిచేయకుండ, యథార్థములుకాని విషయములను యథార్థములని నిరూపించుట శాస్త్రమున కతను చేకూర్చిన కీడు. అరిస్టాటిల్ ఉపదేశములను గ్రుడ్డిగానమ్మి వాటిని మతముతో జోడించి ఆ ఉపదేశముల ప్రామాణికత్వమును ఇనుమడింపజేసిన మధ్యయుగమునాటి క్రైస్తవ మత ప్రచారకులు అరిస్టాటిల్ వ్యక్తిత్వమహత్త్వమును గుర్తెరుంగలేకపోయిరి; వీరలే నిజముగా శాస్త్రాభివృద్ధికి శత్రువులు.

అరిస్టాటిల్ నిజముగా శాస్త్రాభివృద్ధికి రాజమార్గమును నిర్మించి దానిని విశాలముగా జేసినాడు. తరువాతివార లనేకులు ఆ మార్గము ననుసరించిరి. గమ్యస్థానము కండ్ల ఎదుట స్పష్టముగా కనపడుచుండినను, మార్గము అవక్రము, విశదము అయినను దాని పునాదులు బలముగా లేవు. అందువలన ఆ మార్గమున అతనిని అనుసరించిన వారలలో అనేకులు మూఢ విశ్వాసము, కింవదంతి అను బురదలో కూరుకొని పోయిరి.

## అలెగ్జాండ్రియా సంప్రదాయము

శాస్త్రపుబాట గ్రీస్‌దేశమును వదలి, తరువాత 5 శతాబ్దములవరకు ఈజిప్టుదేశమునందు సాగినది. కాని, మరల బాటనేర్పరచినవారు గ్రీకులుగా జన్మించినవారలే.

అరిస్టాటిల్ ఏథిన్జ్ నగరమందు 'లైసీయం'లో ఆచార్యత్వము నిర్వహించుచున్న రోజులలో అలెగ్జాండర్ తన రాజ్యమునకు తూర్పుననున్న మెసపొటేమియా, పర్షియా, ఈజిప్టు దేశములను వశపరచుకొనుచుండెను. ఈజిప్టులో నైలునదీ డెల్టాప్రాంతమున అలెగ్జాండ్రియా అను మహానగరము నొకదానిని నిర్మించెను. ఈ నగరము అచిరకాలములో నాటి నాగరక ప్రపంచమునకు వాణిజ్యకేంద్రముగా పేరుగన్నది. అలెగ్జాండర్ చనిపోయిన తరువాత ఆయన సామ్రాజ్యము ముక్కలైపోయినది. విచ్ఛిన్న రాజ్యముల అధిపతులలోకెల్ల టాలెమీ క్రీ. శ. 150 సమర్థుడు, శేముషీమంతుడు. ఈయన తర్వాత ఈయన పుత్రుడగు రెండవ టాలెమీ యాజమాన్యమున అలెగ్జాండ్రియా ప్రపంచమందలి గొప్ప నగరములలో నొకటిగా ప్రసిద్ధి పొందినది.

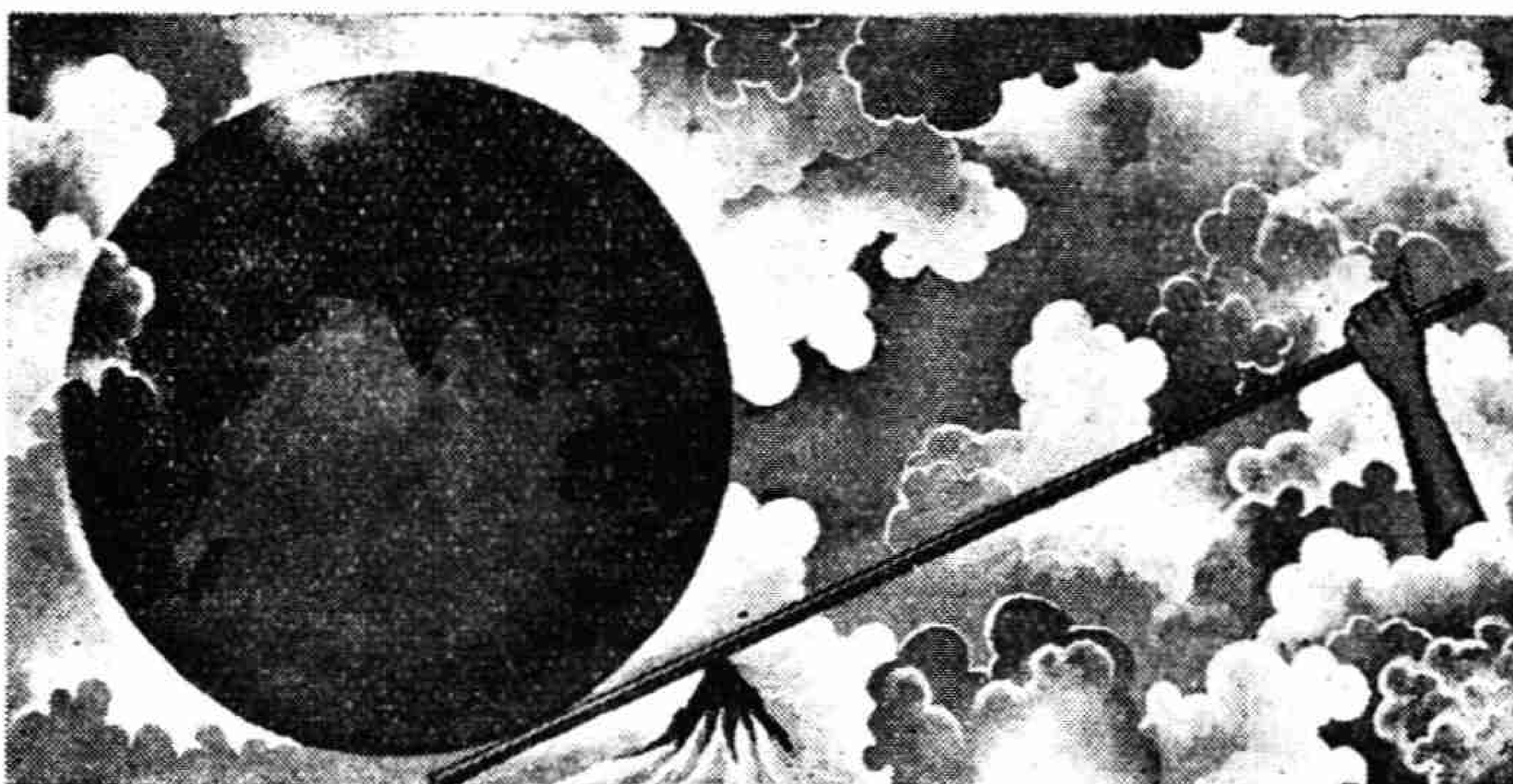
మొదటి టాలెమీ నానాదేశములనుండి వైజ్ఞానికులను రావించి వారిని పోషించుచుండెడివాడు. ఆనాడు తక్కిన దేశములందు పరిస్థితులు సంక్షోభమయములుగా నుండుటచే ప్రశాంతమగు అలెగ్జాండ్రియా నగరమునకు విచ్చేసి తత్త్వవేత్తలు రాజపోషణను అందుచుండిరి.

టాలెమీ మరణానంతరము ఆయన కుమారుడు రెండవ టాలెమీ అలెగ్జాండ్రియా నగరమున 'మ్యూసియం' అను శారదాపీఠము నొకదానిని స్థాపించెను. ఈ విద్యాపీఠము నాగరకప్రపంచమునకు 700 ఏండ్లపాటు జ్ఞానప్రకాశమును

వెదజల్లినది. లలితోపవనములమధ్య నిర్మితమైన ఈసుందర భవనమున 7,00,000 గ్రంథములు గల గ్రంథాలయ మొకటి స్థాపింపబడినది.

గ్రీక్ శాస్త్రయుగకాలమందు ఏథెన్స్ నగరమే ప్రాధాన్య మును గడించినదో, ఈ కాలమందు అలెగ్జాండ్రియా అట్టి ప్రశస్తిని ఆర్జించినది. ప్రపంచపు నలుమూలలనుండి పండితులు, విద్యాకుతూహలులు ఈ గ్రంథాలయమునకు విజ్ఞానార్థులై వచ్చుచుండిరి. ఏథెన్స్ నగరమందు వ్యాప్తినిగన్న శిక్షణలో ప్రాయోగికజ్ఞాన మెట్లు నిరాకృతమైనదో చెప్పి యుంటిమి.

అలెగ్జాండ్రియా నగరమందలి విద్యాసంస్థలతో దేశజులగు ఈజిప్షన్‌లకు, అరబ్బులకు సంతత సంపర్కముండెడిది. కళలయందు ఆరితేరిన దేశజులు అత్యంత ప్రయోగకుశలులు. అందుచే శాస్త్రము లిచ్చట ప్రయోగసంపర్కమున నే పెంపొందినవి. ప్రయోగాపేక్ష లేని శుద్ధగణిత, క్షేత్రగణితములకన్న యంత్రముల నిర్మించుట కుపయుక్తమై, ప్రయోగాధారమగు యాంత్రిక శాస్త్రజ్ఞానమును అలెగ్జాండ్రియా వైజ్ఞానికులు ఎక్కువగా పెంపొందించిరి.



" అంతరాళములో కాలానుకొనుటకు చోటు దొరికిన భూమినే నేను లేవనెత్తుదును. "

అలెగ్జాండ్రియానగర విద్యాసంస్థలలో విద్యాభ్యాసమును, ఆచార్యత్వమును నెరపినవారలు వందలుకొద్ది కలరు. అందు ముఖ్యులు ముప్వురు: యూక్లిడ్, ఆర్కిమీడీజ్, టాలెమీ.

యూక్లిడ్‌ను గురించి మనకు తెలిసినది చాల తక్కువ. ఆయన క్రీ. పూ. 300 ప్రాంతమున జీవించినాడనియు, బహుశః ఆరిస్టాటిల్ శిష్యుడై ఉండవచ్చు ననియు చరిత్ర విదుల అభిప్రాయము. క్షేత్రగణితమునకు ఈయన మూల కర్త. అప్పటికి తెలిసిన క్షేత్రగణిత సిద్ధాంతము లన్నిటిని సేకరించియు, వాటికి తన సిద్ధాంతములను కొన్ని చేర్చియు సక్రమపద్ధతిలో వాటిని సవరించి ఉద్గ్రంథము నొకదానిని రచించెను. అది తరువాత 2,000 ఏండ్లవరకు విద్యార్థులకు ఏకైక పాఠ్యపుస్తకముగా వెలసినది.

## ఆర్కిమీడీజ్ కృషి (క్రీ. పూ. 287-212)

ఆర్కిమీడీజ్ - హీరోరాజు కిరీటమును గురించినకథ ప్రతి విద్యార్థికిని తెలియును. సిసిలీద్వీపపు రాజధాని యగు సైరాక్యూజ్‌పట్టణమున ఆర్కిమీడీజ్ జన్మించెను. యూక్లిడ్‌వద్ద విద్య నభ్యసించుటకు ఈతడు అలెగ్జాండ్రియాకు పోయి, విద్య పూర్తికాగానే తన నివాసస్థలమగు సైరాక్యూజ్‌నకు వచ్చిచేరెను. తన జీవితకాలమంతయు ప్రకృతిసత్యాన్వేషణకై బహుళముగా ప్రయోగముల చేయుచు యాంత్రికశాస్త్రమును సృజించెను. ప్రయోగమును విజయవంతముగా వాడుకచేసి శాస్త్రసిద్ధాంతముల స్థాపించినవాడగుటచే ఈయన ఆరిస్టాటిల్ కన్న చాల ప్రతిభావంతుడు. కాని, ఈయన మహత్త్వము గెలీలియో కాలము నాటివరకు లోకమునకు వెల్లడికాలేదు. యాంత్రిక శాస్త్రమందు అనేక నియమములను స్థాపించినవాడు; ఉచ్చాలక ధర్మములను మొదట కనుగొనినవాడీయనే. యాంత్రిక శాస్త్రమందొక ప్రధానభాగమైన స్థితి శాస్త్రమునకు మూలబీజమైన గురుత్వ కేంద్రతత్త్వమును ప్రతిపాదించెను. తను కనుగొనిన ఉచ్చాలకధర్మ సత్యములందు ఈయనకున్న విశ్వాసము "అంతరాళములో కాలానుకొనుటకు చోటు దొరికిన భూమినే నేను లేవనెత్తుదును" అని ఈయనచే పలికించినది.

యాంత్రికశాస్త్రధర్మములను అనుసరించి ఈయన అనేక యంత్రముల సృజించి సైరాక్యూజ్ పట్టణమును సముద్రము మీదుగా ముట్టడించిన రోమన్ సైన్యమును, నౌకాదళమును భీభత్సము గావించెను. అట్టి అద్భుత యంత్రముల సృజింపగలిగినను, వాటి వర్ణనలను ఈయన తన శాస్త్ర గ్రంథములందు చేర్చలేదు. ఏలయన శాస్త్ర సత్యములను తుచ్ఛ యంత్ర సృష్టికై వినియోగించుట ఈయన మతము కాదు; ఈయన శుద్ధ జ్ఞాన వాదులలో అగ్రగణ్యుడు.

శాస్త్రచరిత్రలో ఆర్కిమీడీజ్‌ను చిరస్మరణీయునిగా చేసినది నీటిలో మునుగు వస్తువుల గురించి ఈయన గావించిన పరిశోధన. 'నీటిలో మునిగియున్న వస్తువు

భారము తగ్గునట్లు కనిపించును అనియు, అట్టి తగ్గుదల మునిగియున్న వస్తుభాగపు ఆయతనమునకు సరియగు ఆయతనము గల నీటిబరువునకు సరిపోవు' ననియు ఆర్కిమీడీజ్ స్థాపించెను. ఈ నియమమే ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రమని పేరుగాంచినది. హీరో రాజు కిరీటమును గురించి లోకములో ప్రచారములో నున్న కథ ఈ నియమ స్థాపన సందర్భములోనిదే. ఈయన హేడ్రియన్ (క్రీ. శ. 76 - 138), అంటోనియస్ పైయస్ అను రోమన్ చక్రవర్తుల కాలములో నుండె నని తప్ప ఈయన జీవిత విశేషములంతగా తెలియవు.

ఆర్కిమీడీజ్ జీవితావసాన సమయమున మార్సెలస్ అను రోమక సేనాని సైరాక్యూజ్ పట్టణమును ముట్టడించెను. ఆ ముట్టడి ఉపద్రవకరముగా మారినదను జ్ఞానము లేకుండ నెరపబడిన ఇసుకలో తన అలవాటు చొప్పున నేవియో లెక్కలను చేయుచుండెను. అంతలో రోమను సైనికు డొకడు తలుపు త్రోసికొని లోనప్రవేశించి ఇసుకలో నున్న అంకెలను త్రొక్కెను. ఆర్కిమీడీజ్‌చే లేచి పొమ్మని నిరాకృతుడైన సైనికుడు ఆగ్రహముచే ఆ విజ్ఞాన పురుషుని కత్తితో పొడిచి చంపెను. ఆర్కిమీడీజ్ కీర్తితోపాటు యథాజాతు డగు ఈ సైనికుని అపయశస్సు కూడ చిరస్థాయి అయినది.

ఆరిస్టాటిల్ ఉపదేశించిన మార్గమున ఆరిస్టాటిల్ కన్న ప్రయోగమందు హెచ్చు అభినివేశముతో ఆర్కిమీడీజ్ యాంత్రిక శాస్త్రపు మూలసూత్రములను స్థాపించెను. ఈ మూలసూత్రముల మహత్త్వమును తెలిసికొనుటకు స్వతః సుప్రసిద్ధ గణిత, భౌతికశాస్త్రవేత్తయగు ఆచార్య ఎ. ఎన్. వైట్‌హెడ్డ్ ఆర్కిమీడీజ్‌ను గురించి పలికిన స్తుతి వాక్యములు మనకు ప్రమాణములు : "గణితశాస్త్ర నిధి, భౌతికశాస్త్ర మర్మవేది అగు ఆర్కిమీడీజ్ గణిత, భౌతిక శాస్త్ర మూలపురుషుడుగా 2,000 ఏండ్ల తరువాత జీవించిన న్యూటన్‌తో సమానమైన స్థానమునకు తగ్గవాడు. నీటిలో మునిగిన వస్తువు భారమును గురించి పరిశోధనను చేయు సందర్భమున ఆయన 'యురేకా' 'యురేకా'(కనుగొంటిని) అని కేకలు వేయుచు స్నానపు గదినుండి వీథిలోనికి పరుగెత్తుకొని వచ్చినరోజు గణిత, భౌతికశాస్త్ర జన్మదివసముగా లోకము పరిగణించ నగును. ఆర్కిమీడీజ్‌తో జన్మించిన ఈ శాస్త్రము న్యూటన్ ఆపిల్ వనములో కూర్చున్న దినమున యౌవన దశను ప్రవేశించినది."

ఆర్కిమీడీజ్ తరువాత టాలెమీ (క్రీ. శ. 127 - 151) వరకు అనగా మరి 300 ఏండ్లవరకు చెప్పతగిన శాస్త్ర ప్రవర్తకుని నామ మేదియును కానరాదు. టాలెమీ గొప్ప ఖగోళశాస్త్రవేత్త, దేశపటనిర్మాత. జన్మచే ఈజిప్టు దేశీయుడు ఆలిగ్జాండ్రియా పట్టణమున విద్యను అభ్యసించెను. 'ఆల్మజెస్ట్' అనగా 'మహాపద్ధతి' అను ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథమును రచించెను. అనేక శతాబ్దముల వరకు ఇది ఖగోళ విద్యాభ్యాసకులకు పాఠ్యగ్రంథముగా పేరు గన్నది. ఇందు ఈయన ఆరిస్టాటిల్ అనుమతిని పొందిన భూకేంద్ర సిద్ధాంతమును స్వీకరించి అవేక్షణలచే దానిని సమన్వయింప పూనుకొనెను. ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారము విశ్వమునకు కేంద్రస్థానమున భూమిఉన్నది. చంద్రుడు, సూర్యుడు నాటికి తెలిసిన గ్రహములు - అన్నియు భూమి చుట్టు తిరుగుచున్నవి. ఈగ్రహకక్ష్యలకు అవతల నక్షత్రము లన్నియు ఒక పెద్దగోళముయొక్క తలము నంటిపెట్టుకొని భూమిచుట్టు తిరుగుచున్నవి.

ఆర్కిమీడీజ్, టాలెమీలమధ్య యంత్రజ్ఞానమును వృద్ధిపొందించిన వారలలో టెసిబియస్, హెరాన్ అను ఇద్దరు ఆలిగ్జాండ్రియా వాసులు పేర్కొన తగినవారు. భౌతిక సిద్ధాంతాభివృద్ధికి వీరు ఏమియు దోహదము చేయనప్పటికిని, నీటిని పీల్చి పైకిపంపు యంత్రమును, నీటి నొక ప్రక్కనుండి నొక్కి మరియొక ప్రక్కనుండి పైకిపంపు (ఫోర్స్ పంపు) యంత్రమును కనుగొనిరి.

**అంధయుగము :** ఇంతవరకు మనము నేర్చుకొనిన శాస్త్ర చరిత్రాంశములు తేలీజ్ కాలమునుండి 500 ఏండ్ల కాలమునకు చెందినవి. ఈ కాలములో ఏథిన్జ్ నగరమందు, తర్వాత ఆలిగ్జాండ్రియా నగరమందు ప్రతిభావంతులగు శాస్త్రకర్తలు ఒకరి తరువాత నొకరు వెంటవెంట ప్రాదుర్భవించిరి. మనము పేర్కొనిన వారు కాక అనేకులు ఈ విజ్ఞాన సమర విజయముల స్థాపించినవారు కలరు. ఆలిగ్జాండ్రియా సంప్రదాయ ప్రభావ మడుగంటిన తరువాత శాస్త్ర చరిత్ర అజ్ఞానాంధకారావృతమైన కాల ఖండమును ప్రవేశించినది. ఈ కాల భాగము 1,500 ఏండ్లు సాగినది. ఈ కాలములో గ్రీక్ శాస్త్రకర్తలతో సరిపోల్చదగిన శాస్త్ర సత్యాన్వేషకులు ఎవ్వరును జన్మించలేదు. ఈ అంధకారమును సూక్ష్మేక్షికతో ఛేదించ పూనితిమేని ఏథిన్జ్, ఆలిగ్జాండ్రియా నగరములలో తొలిని సుబద్ధమైన శాస్త్రపుదారి అంధకారమున అక్కడక్కడ మెలికలు దీరిన సన్నని కాలిబాటవలె కాన్పించుచు, 16వ శతాబ్దమున చీకటిని ఛేదించుకొని ఒక్కసారి వెలుగులోనికి ప్రవేశించినది. అప్పటినుండి శాస్త్రమార్గము శాస్త్రగంటాపథముగా మారి 20వ శతాబ్దపు అద్భుతశాస్త్ర పరిణతికిదారి తీసినది.

గ్రీక్‌ల తరువాత రోమన్‌లు మధ్యధరా ప్రాంతరాజ్యములను వశముచేసికొనిరి. రోమన్‌లక్రింద కూడ ఆలిగ్జాం

క్రియా నగరము జ్ఞాన నిలయముగ ఉండినను టాలెమీల యాజమాన్యము (క్రీ. శ. రెండవ శతాబ్దము) న పొడ చూపిన ఔజ్జ్వల్యము ఆ తరువాత ఎన్నడును కాన రాలేదు.

రోమన్‌లకు శాస్త్రజ్ఞానవర్ధనమందు కాంక్ష లేదు. గ్రీక్ లచే సేకరింపబడిన జ్ఞానమును యంత్ర నిర్మాణములకు, వాస్తు వ్యవహారములకు వినియోగించిరి. వీరు శిల్పములో గాంచిన విజయములు అద్భుతమగు జలమార్గముల రూప మున నేటికిని చూపరుల దృష్టిని ఆకర్షించు చున్నవి.

ప్రజాతంత్ర రాజ్యముగా ప్రారంభించిన రోము ప్రాథ మము ప్రపంచ సామ్రాజ్యముగ వృద్ధిపొంది, కొసకు క్షీణ దశలో కాన్‌స్టంటైన్ ప్రభువు క్రింద నామమాత్రముగ క్రైస్తవరాజ్య మైనది. కాన్‌స్టంటైన్ ప్రభుత్వ కాలములో క్రైస్తవ మతమునకును, క్రైస్తవేతర మతములకును పోరాటము ప్రారంభమైనది. అధికార హస్తావలంబ ముండుటచే క్రైస్తవమతము క్రైస్తవేతర సంస్థల ధ్వంస మును గావించ మొదలిడినది; ఆలిగ్జాండ్రియా శారదా పీఠములో నొక భాగమును కాల్చి నేలకూల్చుట ఈ విధ్వంసక కార్యములలో నొకటి.

క్రైస్తవరాజ్యముల సమయమందు కూడ ఆలిగ్జాండ్రియా నగరము గ్రీక్ విజ్ఞానప్రసార కేంద్రముగా నాచరించుచు ఉండినను దాని పూర్వప్రతిభ అంతరించినది. ఈ కాలమందే (క్రీ. శ. 400) శాస్త్రజ్ఞానము అపమార్గమునుబట్టి ఐంద్ర జాలికముగా మారినది. ఈ ఐంద్రజాలిక విద్య యూరప్, అరేబియా మొదలగు దేశములకు ప్రాకి 'రసవాద' ప్రాదుర్భావమునకు కారణమైనది. (చూ. రసవాదము)

క్రీ. శ. 4వ శతాబ్దమందు ప్రాచ్య పాశ్చాత్యభాగముల క్రింద రోమకసామ్రాజ్యము చీలికలైనది. మొరటు ట్యూటనుల దాడులకు తట్టుకొనలేక పాశ్చాత్య రోమక సామ్రాజ్యము కూలిపోయినది. కాని కాన్‌స్టాంటినోపుల్ మహమ్మదీయుల ధాటికి వశమగువరకు ప్రాచ్య సామ్రాజ్యము మరియొక వెయ్యేండ్లు కొనసాగినది. ఆలిగ్జాండ్రియా నగరము, గ్రీస్ దేశము ప్రాచ్యసామ్రాజ్య భాగములై యుండుటచే ప్రాచీన గ్రంథములు సురక్షిత ములై క్రమముగా కాన్‌స్టాంటినోపుల్ నగరమును చేరు కొన్నవి. 12వ శతాబ్దమందు క్రైస్తవులకు సారసిన్‌లకు జరిగిన మత యుద్ధముల కాలమువరకు కాన్‌స్టాంటినోపుల్ నగరమునకు యూరప్‌తో సంబంధము లేకుండెను. అందు వలన గ్రీక్ విజ్ఞానము పాశ్చాత్యదేశములలో నిశ్శేషముగా నశించినది. కాని, ఈ లోపల పాశ్చాత్య దేశములందు గ్రీక్ గ్రంథముల ప్రచారమునకు మరియొక మార్గము ఏర్పడినది. ఇదివరకు ఆలిగ్జాండ్రియా విజ్ఞాన కేంద్రముగా ప్రసిద్ధిని గన్న రోజులలో సిరియనులు, యూదులు గ్రీక్ జ్ఞానమును అలవర్చుకొని గ్రంథములను వ్రాసిపెట్టుకొనిరి. వీరు క్రమముగా రాజావలంబనము కలిగిన క్రైస్తవమత మును స్వీకరించిరి. కాని, ప్రథమ క్రైస్తవ చర్చిలోలేచిన భిన్న శాఖలమధ్య జరిగిన పోరాటము ఫలముగ వీరలు దేశమునుండి లేచిపోవలసి వచ్చినది. వారి తొంటి నివాస స్థాన మగు తూర్పుదేశమునకు తిరిగివచ్చుటలో వారితో పాటు వారు సంపాదించిన గ్రీక్ గ్రంథ భండారమును కూడ కొనిపోయి దానిని సిరియక్ భాషలోనికి అనువ దించిరి. ఈ గ్రంథములే అరబిక్ భాషలోనికి తరువాత మహమ్మదీయులచే అనువదించబడి యూరప్ ఖండమునకు ఆ విజ్ఞానమును అంద జేసినవి.

## అరబ్బుల విజ్ఞానము

క్రీ. శ. 7వ శతాబ్దమునందు మహమ్మదు ఇస్లాము సామ్రాజ్యమునకు పునాదులు వేసెను. మహమ్మదు చని పోయిన 100 సంవత్సరముల లోగా పర్షియా, ఆసియా మైనర్, ఆఫ్రికాలో ఈశాన్య తీరము, స్పెయిన్ దేశము మహమ్మదీయుల వశ మైనవి. అరబ్బులు రణ ప్రవణులైనను సిరియనుల విజ్ఞానమునకు వారు కేలు మోడ్చిరి. మహమ్మదీయ సామ్రాజ్యమం దంతట వైద్యు లుగా, జ్యోతిశ్శాస్త్రజ్ఞులుగా, రసవాదులుగా సిరియన్‌లు నియమితులై గౌరవింపబడిరి. కలీఫాల రాజ్యకాలములో బస్రా, బాగ్దాద్, కార్డోవా (స్పెయిన్‌లో) నగరములు విజ్ఞానకేంద్రములుగా వెలసినవి. ఇచ్చట సిరియను గ్రంథము లన్నియు రాజాజ్ఞచే అరబ్బీభాషలోనికి అనువదింపబడినవి. ఈ కేంద్రములకు ఐరోపా విద్యార్థులు వచ్చి మహమ్మ దీయ ప్రవక్తలవద్ద విద్యను అభ్యసించి అరబ్బీ సంస్కృతిని యూరప్ ఖండమం దంతటను వ్యాపింపచేసిరి.

అరబ్బులు గ్రీక్ విజ్ఞానము నంతగా పెంపొందించలేదు. వారికి దొరికిన విజ్ఞానమును సంరక్షించుటయే వారు చేసిన నిర్వాహము. భౌతిక విజ్ఞానముకన్న రాసాయనిక విజ్ఞా నము అరబ్బుల చేతులలో హెచ్చుగా విస్తరించినది. భౌతిక విజ్ఞానమందు వారు కాంతి శాస్త్రమును అనుశీలించి కటక ములను నిర్మించుటకు కూడ సమర్థులైరి. ఖగోళ పరిశీ కొరకు వేధశాలలను నిర్మించిరి. ఖగోళ ప్రత్యవేక్షణకు కావలసిన పరికరములను కూడ వారు నిర్మించిరి. గణిత ములో గ్రీక్‌ల అభిమానశాస్త్ర మగు క్షేత్రగణితమును వీరు ఏమియును వృద్ధిచేయలేదు. కాని మనము నేటికిని వాడుచున్న అంకె (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) లను

అరబ్బులే సృజించిరి. బీజగణితము కేవలము వీరి సృష్టియే; త్రికోణమితి శాస్త్రమును కూడ వీరు వృద్ధిచేసిరి. వీరు విశేషముగా వైద్య విద్యను అభ్యసించిరి.

అరబ్బులు ఇట్లు గ్రీక్ విజ్ఞానమును పోషించుచుండ, యూరప్ ఖండము అంధయుగమునుండి తెప్పిరిల్లి, స్వతంత్ర రాజ్యములక్రింద క్రమముగా విభక్త మగుచుండెను. ఈ కాలమందు క్రైస్తవ మత సర్వాధికారి యగు పోపు ప్రాభవము పరిగణించదగిన విషయము. పోపు యాజమాన్యమున చర్చి మత విజ్ఞానమునకు ప్రామాణికత్వమును సంపాదించినది. క్రైస్తవ మతముచే స్వీకరింపబడిన లౌకికవిజ్ఞాన సిద్ధాంతములుకూడ ప్రశ్నించుటకు వీలులేని వయినవి. చర్చి ఉపదేశించు సిద్ధాంతమును ప్రతిఘటించువారు తీవ్రదండనకు పాత్రు లగుచుండిరి.

ఈ కాలమునందే క్రైస్తవ మఠములు అనేకములు వెలసి మధ్యయుగ విశ్వవిద్యాలయములుగా విలసిల్లినవి. మొట్టమొదట చర్చి అధీనములో విజ్ఞానవాఙ్మయము ఎక్కువగా ఉండెడిదికాదు. రోమన్‌లు వ్రాసిన లాటిన్ గ్రంథములే వీరికి అందుబాటులో ఉండెడివి. 10వ, 11వ శతాబ్దములలో ప్రాచీన గ్రీక్ గ్రంథముల అరబ్బీ అనువాదములు యూరప్‌లోనికి ప్రవేశించి చర్చి భాషయగు లాటిన్ లోనికి అనువదింపబడినవి. ఈ గ్రంథములు రెండు సారులు అనువదింపబడుటచే లేఖక ప్రమాద భూయిష్ఠములై మాతృకలకు చాల విభిన్నములై ఉండెను.

12 వ శతాబ్దమందు క్రైస్తవ మత యుద్ధములు కారణముగా యూరప్ ఖండ ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య భాగముల మధ్య మరల సంబంధము ఏర్పడినది. ఈ కారణమున గ్రీక్ గ్రంథములు అనగా ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథములు యూరప్‌ను ప్రవేశించినవి. ఇచ్చట అవి టామస్ అక్వైనస్ అను మహత్తర క్రైస్తవ సన్న్యాసి దృష్టి ఆకర్షించినవి. ఈయన ఈ గ్రంథములను లాటిన్ భాషలోనికి అనువదించి వాటిని సావధానముగా పరిశీలించి ప్రాచీన గ్రీక్ గ్రంథములందలి విజ్ఞానము చర్చి ఉపదేశములతో సంవదించుచున్నదను విషయమును వెల్లడించెను. అందువలన ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథములు క్రైస్తవ మతముచే ప్రమాణములుగా గ్రహించబడినవి. తరువాత శతాబ్దములలో ఆరిస్టాటిల్ గ్రంథపఠనయే విజ్ఞాన సంపాదనకు ప్రధానాంగముగా పరిణమించినది.

మఠములు విద్యా కేంద్రములుగా ఆచరించుచున్న ఈ కాలమందు అక్కడక్కడ కొందరు మేధావులలో తప్ప ప్రజాసామాన్యములో జ్ఞాన సంచలనము లేదు. ఈ కాలమందు యూరప్ ఖండములో జ్ఞానము రాజావలంబనమున కూడ వృద్ధిపొందెను. చార్లెస్ ది గ్రేట్ విజ్ఞాన వృద్ధికి తోడ్పడు అభిప్రాయముతో ప్రతి మఠమునందును ఒక పాఠశాలను స్థాపించవలసినదిగా ఆజ్ఞాపించెను. ఈప్రయత్నముల వలన పశ్చిమ యూరప్ నందు జ్ఞానము కొంత ప్రాకినది గాని ప్రకృతిశాస్త్ర జ్ఞానమునందు ఆదరము విస్తరించలేదు.

యూరప్ ఖండములో విజ్ఞాన వ్యాప్తిని చేసిన వారు క్రైస్తవ సన్న్యాసులని చెప్పియుంటిమి. వీరు ఫ్రాన్సిస్కన్‌లు, డొమినికన్‌లు అను రెండు ముఖ్యశాఖలకు చెందినవారు (12 వ శతాబ్దము). వీరిలో రోజర్ బేకన్ శాస్త్రజ్ఞానోపార్జనయందు ప్రయోగమునకున్న ప్రాధాన్యమును బోధించెను. అంతే గాక స్వంతముగా కాంతిశాస్త్రమందు అరబ్బులచే కనుగొనబడిన పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను ప్రయోగములచే పోషించి సిద్ధాంతములుగా స్థాపించెను. టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతమును కూడ ఈయన నిరాకరించి తరువాతివాడగు కోపర్నికస్ విజ్ఞానికి మార్గదర్శకుడాయెను; సులోచనములను, దూరదర్శనులను నిర్మించుటలో కటకముల ఉపయోగమును కనుగొనెను.

పూర్వ పండితుల గ్రంథములను పఠించి ప్రపంచతత్త్వమును కనుగొన ప్రయత్నించుటకు బదులు సృష్టిలోనుండు వస్తువులను ప్రత్యక్షముగా పరీక్షించి యథార్థ జ్ఞానమును సంపాదించు ప్రవృత్తి ఈయన ఉపదేశముల ఫలముగా యూరప్‌నందు ప్రారంభమైనది. దీని పర్యవసానముగా రమారమి ఒక శతాబ్దము తరువాత 'నికొలాస్ కోపర్నికస్' అను నాతడు సంప్రదాయసిద్ధముగా వచ్చుచుండిన టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతమును నిరాకరించి, భూమి కూడ ఇతర నక్షత్రముల వలెనే పరిభ్రమించుచున్న దని ప్రకటించెను.

శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదనలో ఉద్భవించిన ఈ నూతనోద్బోధము సారస్వత కళలలో కవులను, పండితులను, శిల్పులను ప్రాచీన గ్రీక్‌ల ఉద్గ్రంథములకు తీసికొని పోవుచుండ, ప్రకృతిశాస్త్రజ్ఞులను ప్రత్యక్షావేక్షణ ప్రయోగ విధానములకు గొంపోవుచుండెను.

ప్రయోగ విధానమువలన లబ్ధ మగు నూతన భావ ప్రపంచమును సృజించినవారిలో 'లియనార్డోడా వీన్సీ' (క్రీ. శ. 1452-1519) ముఖ్యుడు. శాస్త్రమునకు ప్రయోగము ప్రధానాంగ మనియు, అట్టి ప్రయోగ ఫలితములను గణితశాస్త్ర నియమముతో విమర్శించుటవలన లభ్యమగు నిర్ణయములను మరల ప్రయోగముచే సమర్థించినగాని యాథార్థ్యము లభించ దనియు ఈయన సిద్ధాంతము. కాంతివిజ్ఞానములో ఈయన చక్కని ప్రయోగములను చేసి పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను వివరించెను.

ఖగోళ శాస్త్రమందు భూమి ఇతర గ్రహములవంటిదని యును, జగత్తునకు సూర్యుడే కేంద్రస్థానములో ఉన్నవాడనియును ఈయన బోధించెను. క్రిందికి పడు వస్తువులు పడుకొలది వాని వేగము ఎక్కువ అగు నని ఈయన కనుగొనెను. వస్తు చలనమునకు బల ప్రయోగము ఆవశ్యకమను అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతమును ఆతడు సహేతుకముగా నిరాకరించెను. విశ్వము ఒక యంత్రమువలె పూర్వ నిర్దిష్ట నియమబద్ధము అని ఈయన ఊహ.

ఈ నవీన దృక్పథము కారణముగ ప్రకృతి శాస్త్రానుశీలనమందు ఒక నూతన యుగము ప్రారంభము అయెను. ఈ యుగమునకు జ్ఞానపునరుద్ధరణయుగము అని పేరు. ఈ నూతనయుగ స్థాపనకు రెండు ప్రబల కారణములు కలవు. మొదటిది, ప్రాచ్యరోమక సామ్రాజ్య రాజధాని యగు కాన్‌స్టాంటినోపుల్ పతనము (1453); రెండవది, యూరప్‌నందు ముద్రణ యంత్ర ప్రవేశము.

కాన్‌స్టాంటినోపుల్ తురకలకు వశమైన తరువాత అచ్చటి పండితు లందరు వారి గ్రంథములతో పాటు వెనుకకు యూరప్‌లోనికి పారిపో జొచ్చిరి. కాందిశీకులయిన ఈ విజ్ఞానులకు స్థిరత్వము సంపాదించుకొనిన యూరప్ రాజ్యములలో, ముఖ్యముగా ఇటలీ దేశములో ఆశ్రయము దొరికినది. ఇచ్చట గ్రీక్ గ్రంథములందు నిక్షిప్తమై ఉన్న విజ్ఞానమును వీరు ప్రచారముచేసిరి. ఆ కాలముననే యూరప్‌ను ప్రవేశించిన ముద్రణయంత్రము శాస్త్రజ్ఞానమును వ్రాతప్రతులను చెరసాలనుండి విడుదలచేసి జన సామాన్యమునకు అందుబాటులోనికితెచ్చినది.

జ్ఞానోపార్జనయందు సంభవించిన ఈ నూతన సంచలనమునకు ఉపోద్బలకముగ (1561-1626) 'ఫ్రాన్సిస్ బేకన్' విజ్ఞాన సంపాదనకు ఒక నూతన మార్గమును ఉద్బోధించెను. ఈ నూతన పద్ధతికి 'వ్యాప్తిగ్రహణ పద్ధతి' అని పేరు. పరీక్ష్య విషయమును గురించి అనేకములగు ప్రయోగములను కావించి వాటి ఫలితములను సాధారణీకరించి ఒక నియమముగా సూత్రీకరించుట ఈ పద్ధతి సారాంశము. ఈ పద్ధతి ఫ్రాన్సిస్ బేకన్‌చే క్రొత్తగా స్థాపితమైనది కాదు. ప్రాచీనకాలమందు గ్రీక్‌లు కూడ దీనిని సూచించిరి. కాని శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదనకై వారు ఈ పద్ధతిని అంతగా వాడలేదు. వారు హెచ్చుగా వాడినది 'నిగమన పద్ధతి'. ఇది పై పద్ధతికి ప్రత్యక్షముగా విరుద్ధమైనది. ఇందు అన్వేషకుడు ఒక సిద్ధాంతమును కల్పించుకొని దానినుండి ప్రపంచ సంఘటనలను వివరింప బూనును.

ఉదాహరణ: 'వర్తులము' క్షేత్రగణిత చిత్రములలోకెల్ల పరిపూర్ణమైనది. నభఃప్రదేశము పరిపూర్ణతకు తావలము. ఈ ప్రమేయములు సామాన్యానుభవ మూలకములు కావు. ఇవి కేవలము అన్వేషకుని అభిప్రాయములు. అయినను, ఈ అభిప్రాయమునకు సిద్ధాంత ప్రతిష్ఠనొసంగి అన్వేషకుడు నభోమూర్తుల చలనము పరిపూర్ణత గల వర్తుల రూపమును అనుసరించియే జరుగు నని ప్రతిపాదించెను. నభోమూర్తుల చలనము వర్తులరూపమును స్వీకరించుటకు మరియొక యుక్తి కలదు. వర్తులమునకు తుది మొదళ్లు లేవు; అది అనంతము. సంతత చలనము అనంతము. అందుచేత సంతతమగు గ్రహ చలనము వర్తులమై ఉండవలెను.

మరియొక ఉదాహరణ: జ్వాల కాంతి సంబంధి. కాంతి ఊర్ధ్వలోక వర్తి. అందుచే జ్వాల ఎప్పుడును ఊర్ధ్వముగా గమించును.

మే. వ. న.

# భౌతిక విజ్ఞానము - మధ్యయుగము

యూరప్ దేశ చరిత్రలో మధ్యయుగమునకు అంధయుగ మని పేరు. ఆ సమయములో ఆ ఖండవాసులు ఎట్టి భావస్వాతంత్ర్యమును లేక విజ్ఞాన విషయములందు కూడ మతాధికారుల అనుమతిని పొందిన సిద్ధాంతములనే పరమ ప్రామాణిక మైనవానిగా శిరసావహించు చుండిరి. ఈ రీతిగా మతాధికారుల మన్ననలను పొంది సామాన్య జనాంగీకృత మైన ఖగోళ సిద్ధాంతము, టాలెమీ ప్రతిపాదించిన భూ కేంద్రసిద్ధాంతము. వేరొకచో పేర్కొనినట్లు టాలెమీ భూ కేంద్ర సిద్ధాంతరీత్యా విశ్వమున కంతయు కేంద్ర స్థానమున భూమి యున్నది. ఈ భూమి చుట్టు సూర్యుడు, చంద్రుడు, ఇతర గ్రహములు తమ తమ నియమిత వృత్తాకార కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచుండును.

టాలెమీ భూ కేంద్రసిద్ధాంత మూలసూత్రమునందు లోప ముండుటచే ప్రత్యక్ష వేధ ఫలితములతో అది సరిగా సమన్వయింప బడలేదు. కాని, మతాధికారుల అనుమతిని బడసిన సిద్ధాంతమగుటచే దానియందు ఆ లోపము ఉన్నదని తెలిసియును కూడ మధ్యయుగములో ఎవరును దానిని సవరించుటకు సాహసింపలేదు. కాని, మధ్యయుగానంతరము యూరప్ ఖండమందు కలిగిన జ్ఞానపునరుజ్జీవనముతో ప్రజలలో భావ స్వాతంత్ర్యము ఏర్పడి, ప్రాచీన సిద్ధాంతముల మంచిచెడ్డలను చర్చింపవలెననెడి కుతూహలము, ధైర్యము వారిలో కలిగినవి. ఆ సమయములో గ్రహసంచలనములకు సంబంధించిన టాలెమీ భూ కేంద్ర సిద్ధాంత నిర్దుష్టతను శంకించి యథార్థతను అరయుటకై

ప్రయత్నించి, సూర్యకేంద్రసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిన ధీమంతుడు కోపర్నికస్ (1473-1543)అను పోలెండు దేశపు ఖగోళశాస్త్రవేత్త. ఈయన సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిన ఉద్గ్రంథము 1530 లోనే పూర్తియైనప్పటికిని చర్చివలని భయమువలన ఆయన చనిపోవువరకు వెలుగుచూడలేదు.

కోపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూర్యకేంద్రసిద్ధాంతము క్రొత్తది కాదు. క్రీస్తునకు పూర్వమే అరిస్టార్కస్ ప్రభృతులు సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగుచున్నదని ప్రతిపాదించిరి. కాని, ఆ నాడు వారి వాదనను చెవిని బెట్టినవారెవరును లేరు. ఆ సిద్ధాంతమునే కోపర్నికస్ పునరుద్ధరించి, దాని ఆవశ్యకతను వ్యక్తపరచి భౌతికవిజ్ఞాన మూలపురుషులలో ఒకడైనాడు.

టాలెమీ సిద్ధాంత నిర్దుష్టతను కోపర్నికస్ శంకించుటకు గల ముఖ్యకారణము ప్రత్యక్షవేధ ఫలితములతో అది సమన్వయము నొందకపోవుటయే. కాని, అందులకు మరొక కారణము కూడ లేకపోలేదు. జగత్తును గురించిన పరమార్థ < తత్త్వము సరళములును, అసంకీర్ణములును, అనురూపములును అయిన కార్యకారణ సంబంధములచే నిరూపింపబడవలె నని పితాగోరియన్‌లు చెప్పినదాని యందు కోపర్నికస్‌కు పరిపూర్ణమైన నమ్మకము ఉండెను. అందువలన ప్రాక్చక్రయుతమైన టాలెమీ సిద్ధాంతముతో అతడు సంతృప్తి పొందలేదు. అందుచేత టాలెమీ సిద్ధాంతము దోషయుతమైనదని ఆయన విశ్వసించి, సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను.

కోపర్నికస్ సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంత రీత్యా విశ్వమునకు కేంద్రస్థానమున స్థిరముగానున్న సూర్యగోళము చుట్టు తమతమ నియమిత కక్ష్యలలో క్రమముగా బుధుడు, శుక్రుడు, భూమి, కుజుడు, గురుడు, శని గ్రహములు పరిభ్రమించుచున్నవి. చంద్రగోళము భూమిచుట్టు పరిభ్రమించుచు, భూమితో కలసి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది. శుక్రాది గ్రహముల కక్ష్యలు వృత్తములే అని కోపర్నికస్ తలంచెను గాని గ్రహముల వక్రగతులను విశదీకరించుటకై ఆ వృత్తాకార కక్ష్యలు ప్రాక్చక్రములని ఈయన కూడ ఒప్పుకొనవలసి వచ్చెను. కోపర్నికస్ సిద్ధాంతములో వాటి సంఖ్య 34. అంతేకాక ప్రాక్చక్రములతో కూడిన ఒక వృత్తాకార గ్రహకక్ష్యకు సరిగా కేంద్రమందుగాక కొద్దిగా వికేంద్రమై సూర్యు డున్నాడని కూడ ఆయన ప్రతిపాదించెను. ఈ రీతిగా టాలెమీ సిద్ధాంతము క్లిష్టమై ఉన్నదని భావించి, దానిని సవరించుటకై పూనుకొని, కోపర్నికస్ తన సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమును తక్కువ క్లిష్ట మొనర్చె ననుట సత్యము.

ఆధునిక శాస్త్రదృష్ట్యా కోపర్నికస్ సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమునందు కొన్ని లోపములు లేకపోలేదు. కాని టాలెమీ భూకేంద్ర సిద్ధాంతములో భూమికి ఏర్పడిన అనవసర ప్రాముఖ్యమునకు అందు తావులేక పోయినది. ఆ రీతిగా ప్రాచీనకాలము నుండియు సంఘములో పాతుకొని పోయిన సిద్ధాంతమునందలి మూలసూత్రమే లోపయుతమైనదని నిరూపించి ప్రజలలో చైతన్యమును, స్వతంత్రాలోచనా పిపాసను రేకెత్తించుటకు కోపర్నికస్ కారణభూతుడయ్యె ననుటకు సందేహములేదు. ఈయన అవేక్షణ ఫలితము లన్నియు దూరదర్శని కనుగొనబడక ముందు నెలకొల్పబడిన వన్న విషయమును జ్ఞాపకము ఉంచుకొన్నచో ఈయన అవేక్షణ కౌశల మెంతమహిమ గలదో ఊహించుకొనగలము.

కోపర్నికస్ మరణించిన మూడు సంవత్సరములకు టైకోబ్రాహి (1546 - 1601) డెన్మార్కు దేశములో జన్మించెను. ఇతడు గణితశాస్త్రములో పండితుడు కాడు; సిద్ధాంత ప్రవర్తకుడును కాడు. కాని, అవేక్షణ ప్రయోగములలో అతి చతురుడు. హ్వ్యాయన్ దీవిలో ఒక వేధశాలలోను, డెన్మార్కు నుండి వెళ్ళిపోయిన తరువాత ప్రాగ్ పట్టణమువద్ద ఒక కోటలో నిర్మించుకొన్న వేధశాలలోను, నక్షత్రగమనాది జ్యోతిషశాస్త్ర విషయములను పరిశీలించి, జ్యోతిషశాస్త్ర అవేక్షణములకు అదివరకెన్నడు లేని స్పష్టత చేకూర్చెను. పెద్దపెద్ద పరికరములను ఉపయోగించుటయే కాక అవేక్షణ విధానములలోకూడ నవీన పద్ధతులను వినియోగించెను. ఒక్క విషయములోనే అనేక అవేక్షణ ఫలితములను తీసికొని దానినుండి సగటు ఫలమును నిర్ణయించుచు, ప్రమాదవశమున వచ్చు తప్పులను తగ్గించుటకు ప్రయత్నించెను. ఈతడు కోపర్నికస్ సిద్ధాంతమును తప్పుగ భావించి, టాలెమీ సిద్ధాంతమును సవరించి భూమియొక్క కేంద్రస్థానమునకు భంగము లేకుండ మరియొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. కాని, శాస్త్రాభివృద్ధికి అది ఎక్కువగా తోడ్పడలేదు. తన అవేక్షణ ఫలితములను తనవద్ద పనిచేయుచుండిన జోహాన్ కెప్లర్ (1571 - 1630)నకు ఉపదేశించెను.

ఈ శతాబ్దిలో భౌతికశాస్త్రములలో చక్కటి పరిశ్రమ చేసినవారిలో ఇటలీ దేశస్థుడైన జార్డానోబ్రూనా (1547 - 1600) గణనీయుడు. ఈతడు 'అనంతజగత్తు అందులోని ప్రపంచములు' అను ఒక చిన్నపుస్తకమును వ్రాసి ప్రచురించెను. "పరిమితజగత్తునే సృజించుట పరాత్పరుని మహత్తర శక్తులకు విరుద్ధము. పరిమిత జగత్తుల నొకదాని తరువాత ఇంకొకటి అనంతమున సృజించుశక్తి

పరాత్పరున కుండుటచే మనభూమిని బోలు ప్రపంచము లనేకముల నతడు అనంతముగా సృజించె నని నేను నొక్కి చెప్పుచున్నాను" అని బ్రూనా చెప్పెను.

కోపర్నికస్ మొదలయినవారు భూమిని విశ్వకేంద్ర స్థానమునుండి తొలగించి సూర్యునకే ఆ స్థానమును ఇచ్చిరి. బ్రూనా సూర్యునికూడ విశ్వకేంద్రమునుండి తొలగించి, విశ్వము అనంతమైనది కావున దానికి ఒక నియత కేంద్రమే ఉండదన్న భావమును సూచించెను. బ్రూనా యొక్క నవీన సిద్ధాంతము ప్రకారము మన భూమివంటివి అనంత కోటి జగత్తు లున్నవి.

ఈ సిద్ధాంతము క్రైస్తవ మతాధిపతులకు అసమ్మత మయ్యెను. అందుచే 1593లో (బ్రూనా ఇటలీ దేశమునకు తిరిగివచ్చిన తరువాత) అతనిని కారాగృహములో ఏడేండ్లు బంధించి పిమ్మట కాల్చి చంపిరి. బ్రూనా మరణించిన సంవత్సరమందే 'డి మేగ్నెటే' అను గ్రంథమును విలియమ్ గిల్బర్ట్ (1540-1603) వ్రాసెను. ఇతడు ఇంగ్లండు దేశపు రాణియగు మొదటి ఎలిజబెత్తునకు దర్బారు వైద్యుడు. ఈనాటి విద్యుచ్ఛాస్త్రమునకు ఆ గ్రంథములో నిరూపింపబడిన సిద్ధాంతములు మూలాధారమైనవి. అందు ఆఖరు ప్రకరణములలో విశ్వమును గూర్చిన బ్రూనా భావములనే గిల్బర్ట్ విశదీకరించెను.

ఆరిస్టాటిల్ కాలము నుండియు వృత్తము వక్రరేఖ లలో పరిపూర్ణమైన దనియును, అందుచే గ్రహకక్ష్య లన్నియు వృత్తము లనియును శాస్త్రజ్ఞులు నమ్మియుండిరి. ఈ నమ్మకముపైననే తమ జ్యోతిష సిద్ధాంతములను ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు పెంపొందించిరి. 1080 లో స్పెయిన్ దేశస్థుడు ఆర్జఖెల్ అనునాతడు అట్టికక్ష్యలు దీర్ఘ వృత్తాకారములై ఉండునని సూచించెను గాని, దానిని ఎవ్వరును పాటింపలేదు. టైకోబ్రాహి సేకరించిన అవేక్షణ ఫలితములు తండోపతండములుగ ఉండినవి. కోపర్నికస్, టైకోబ్రాహి మాత్రము గ్రహకక్ష్యలు వృత్తములై ఉండవలె నని నమ్మియుండుటచేత గ్రహ కక్ష్యల ఆకారమును గూర్చిన సత్యమును కనుగొనలేక పోయిరి. టైకోబ్రాహి అంగారక గ్రహముపై చేసిన అవేక్షణలను సమీకరించి గ్రహకక్ష్యలకును వాటి చలనములకును సంబంధించిన మూడు సూత్రములను జోహాన్ కెప్లర్ అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించెను :

1. ప్రతి గ్రహము దీర్ఘవృత్తములో సూర్యుని చుట్టు తిరుగుచుండును. ఆ దీర్ఘవృత్తము యొక్క ఒక నాభిలో సూర్యుడు ఉండును ;
2. గ్రహముతో సూర్యుని కలుపు సరళరేఖ సమానకాలము లలో కక్ష్య వృత్తము యొక్క సమాన వైశాల్యములను పర్యటించును ;
3. వివిధగ్రహముల భ్రమణావర్త కాలముల వర్గములు, సూర్యునినుండి వాటి సగటుదూరముల ఘనములతో స్థిర అనుపాతములో నుండును ;

ఈ మూడు సూత్రములు గ్రహగతులను అన్నిటిని సంపూర్ణముగ తెలియజేయును.

ప్రకృతిలో గ్రహములు పరిక్రమించుటకై అనేక వక్రములు ఉండగా అవి అన్నియు దీర్ఘవృత్తములలోనే ఎందుకు పరిక్రమించవలసి వచ్చినది అన్న ప్రశ్నకు సమాధానమును కెప్లర్ కనుగొన ప్రయత్నించెను. కాని న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతమును ప్రకటించు వరకును, ఈ ప్రశ్నకు తృప్తికరమైన సమాధానము బయలు పడలేదు.

ఖగోళశాస్త్రమును గురించిన సిద్ధాంతములు బయలు దేరుచుండ, ఆ సంబంధమైన అవేక్షణములుకూడ దినదిన ప్రవర్ధమానము అగుచుండెను. ఈ అవేక్షణలలో ఎక్కువగా తోడ్పడిన పరికరము దూరదర్శని. రోజర్ బేకన్ దూర దర్శనిని తయారు చేయుటను గురించి వ్రాసెను గాని అతడట్టి పరికరమును తయారు చేసినట్లు కాన్పించదు.

హాలెండ్ దేశపు సులోచనకారులే దూరదర్శనులను తయారుచేసి శాస్త్రజ్ఞుల వినియోగమున కందజేసిరి. లిప్పెర్షే అను నాతడు మొదటి దూరదర్శనిని తయారు చేసెనని అనుకొనవచ్చును. గెలీలియో ఈ విషయమును వినగానే అతడొక దూరదర్శనిని తయారు చేసెను.

తొలుత గెలీలియోకు ఖగోళశాస్త్రమునం దంత అభిమానము లేకపోయినను తాను నిర్మించిన దూరదర్శనితో ఖగోళశాస్త్రములో అనేక క్రొత్త విషయములను కనుగొనెను. దూరదర్శనితో చంద్రుని చూచి చంద్రతలమునందు ఉండు ఎత్తు పల్లములే చంద్రునిలో మచ్చలుగా కనిపించుచున్నవని తెల్పెను. చంద్రుడును భూమివంటి గోళ మని చెప్పెను. అటు పిమ్మట ఆకాశమునందు నక్షత్రములు ఎక్కువగ ఉండు చోట్లకు దూరదర్శని త్రిప్పి "ఖగోళమున కేవైపునకు నీవు దూరదర్శనిని త్రిప్పి చూచినను నక్షత్రములు గుంపులు గుంపులుగా దృగ్గోచరము లగును. వానిలో అనేకములు పెద్దవియు, కాంతిమంతములునై ఉన్నవి. కాని, చిన్ననక్షత్రముల సంఖ్య నిర్ణయాతీతమైనది" అని అతడు ప్రకటించెను. వియద్గంగ (పాలవెల్లి)లో లెక్కలేనన్ని నక్షత్రములు గుంపులుగా కూడి ఉండుట చేతనే అది మేఘము వలె కాన్పించుచున్న

దని ఆతడు తెలిపెను. చంద్రునకు వలెనే శుక్రునకు కూడ కళ లున్న వని చూచి తెలుసుకొని, శుక్రుడు స్వయంప్రకాశమూర్తి కాదనియు, సూర్యరశ్మిచేతనే శుక్రగ్రహము ప్రకాశించుచున్న దనియును నిర్ణయించెను. దూరదర్శనిగుండా గురుని చూచి ఆ గ్రహముచుట్టు తిరుగు నాలుగు ఉపగ్రహములను కనుగొనెను. శుక్రుని గురించి గెలిలియో కనుగొనిన విషయములు టాలెమీ సిద్ధాంతము తప్పనియు, కోపర్నికస్ సిద్ధాంతము సత్యమైన దనియు నిరూపించినవి. అటుతరువాత దూరదర్శనితో చూచి శనిగ్రహము చుట్టు వలయము లున్నవని కనుగొనెను. సూర్యుని మచ్చలను దూరదర్శనితో చూచి, సూర్యుడు కూడ పరిభ్రమించుచుండె నని కనుగొనెను. ఆ పరిభ్రమణ కాలమును నిర్ణయించు విధానమును తెలిపెను. గెలిలియో కావించిన ఈ ఆవిష్కరణ లన్నియు క్రైస్తవమతముచే స్వీకరింపబడిన అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతములకు విరుద్ధములైనవి. అన్నిటిలో సూర్యునికి మచ్చలున్న వను అవేక్షణ మతాధికారులకు అతి దుస్సహముగా ఉండెను.

# భౌతిక విజ్ఞానము - 17 వ శతాబ్దము

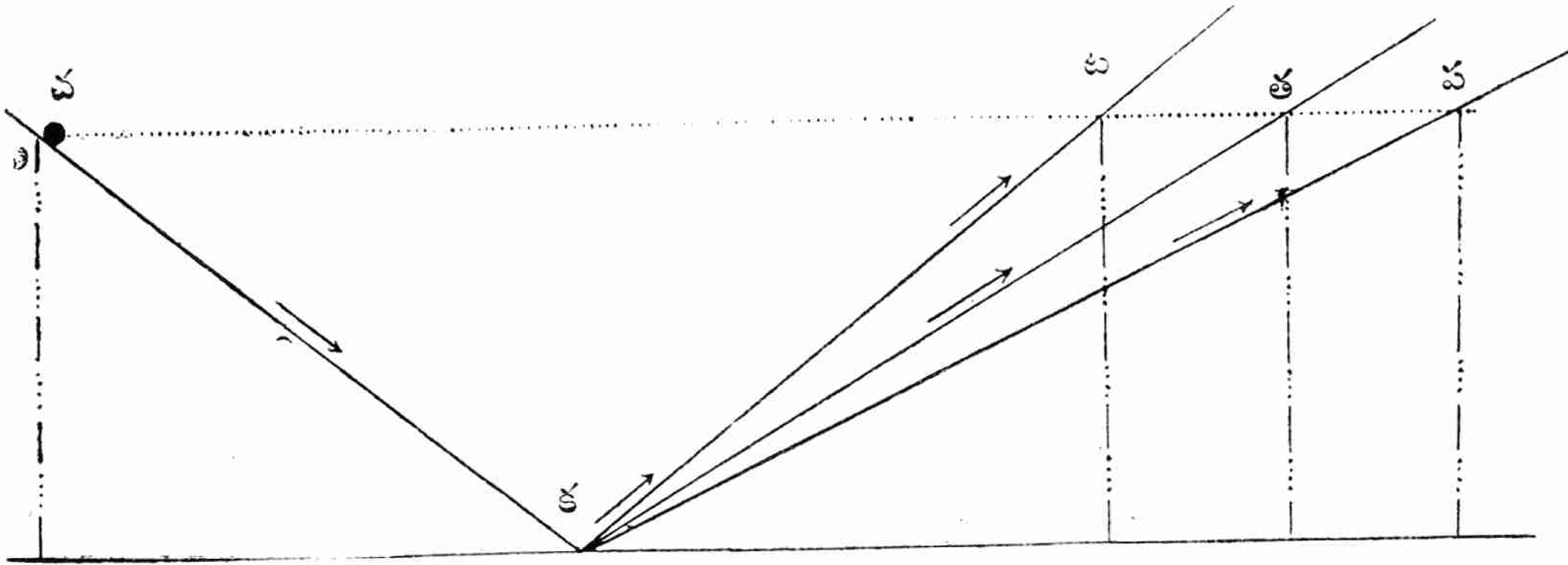
గెలిలియో భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలు లోకనియమముల అన్వేషణలతో ప్రారంభ మైనవి. ఏదేని ఆధారమునుండి సాగని త్రాటితో వ్రేలాడతీసిన వస్తువును ప్రక్కకు లాగి నెమ్మదిగా వదలిపెట్టినచో అది ఏక తలమున ఆందోళించుట ప్రారంభించును. అట్లు యథేచ్ఛగా ఏక తలమున ఆందోళించుచున్న లోలకపు ఆందోళనపరిమితి ఎల్లకాలము స్థిరముగా ఉండక కాలము గడచిన కొలది క్షీణించును. కాని, లోలకపు ఆందోళనకాలము మాత్రము తదనుగుణముగ క్షీణింపదు. లోలకముయొక్క ప్రకంపన పరిమితితో నిమిత్తము లేకుండ నియతమైన పొడవుగల లోలకముయొక్క ప్రకంపనకాలము నియతపరిమాణమునే సదా కలిగియుండును. లోలక ప్రకంపనములపై గెలిలియో సాగించిన ఆ తరువాతి పరిశోధనలవలన లోలకముయొక్క ప్రకంపన కాలమునకును దాని పొడవునకును ఎట్టి సంబంధము న్నదో పూర్తిగా వ్యక్తమైనది.

క్రిందికి పడు వస్తువులపై గెలిలియో కావించిన పరిశోధనలు మిక్కిలి విప్లవాత్మకములై అరిస్టాటిల్ ప్రాభవమును విజ్ఞానరంగమునుండి సమూలముగ పెకలించివైచినవని చెప్పవచ్చును. వస్తువులు స్వభావముచేతనే బరువుగానో తేలికగానో ఉండు ననియును, బరువు వస్తువులు అధిక వేగముతో భూమిపై బడు ననియును అరిస్టాటిల్ భావించెను. కొంత బరువు గల వస్తువు కొంత పరిమాణము గల వేగముతో భూమిని చేరుకొనగా అంతకు రెట్టింపు వేగముతో భూమిపై పడవలెను; అనగా భూమిపై పడు వస్తువుల వేగములు వాటి బరువుల నిష్పత్తిలో ఉండు నని ఆయన సిద్ధాంతీకరించెను. అరిస్టాటిల్ యొక్క ఈ సిద్ధాంతము లోపభూయిష్ఠమైన దని ప్రయోగకుశలుడైన గెలిలియో సులువుగా గ్రహింపగలిగెను. స్టెవినస్, గ్రోటియన్ అను శాస్త్రజ్ఞులు అంతకు పూర్వమే క్రిందికి పడు వస్తువులపై కొన్ని ప్రయోగములు చేసి బరువుతో నిమిత్తము లేకుండ ఒకే ఎత్తునుండి యథేచ్ఛగా భూమిపై పడు వస్తువు లన్నియు ఏకకాలమందే భూమిని చేరుకొను నని స్థూలముగ నిర్ణయించిరి. పీసా విశ్వవిద్యాలయములో ఆచార్యుడుగా ఉన్నపుడు గెలిలియో ఆ ప్రయోగములను పూర్తి చేసెను. ఒకే ఎత్తునుండి బయలుదేరి వాయు ఘర్షణకు లోనుగాకుండ యథేచ్ఛగా భూమిపై పడు వస్తువులు పెద్దవైనను, చిన్నవైనను, తేలికవైనను, బరువుగలవైనను వాటి బరువులతో నిమిత్తము లేకుండ ఏకకాలమున భూమిని చేరుకొను ననియును, భూమిని చేరుకొనునప్పటికి వాటి వేగములు సమానముగ ఉండు ననియును ఈ ప్రయోగములవలన స్పష్టమైనది. పతన స్థానమునుండి వస్తువునకును, భూమికిని గల దూరము హెచ్చిన కొలదియు వస్తువుయొక్క పతనవేగము అధికమగు నని కూడ ఈ ప్రయోగములవలన విదితమైనది. వస్తువుల పతనకాలమునకును, వాటి పతన దూరమునకును గల సంబంధమును నిర్ణయించుటకై ఏటవాలు బల్లపై పెక్కు ప్రయోగములు చేసి వస్తువుయొక్క పతన దూరము దాని పతన కాలపు వర్గమునకు సమసామ్యమును కలిగి ఉండునని గెలిలియో సిద్ధాంతీకరించెను.

క్రిందికి పడు వస్తువులను గూర్చి గెలిలియో ప్రతిపాదించిన ఈ సిద్ధాంతములు ఆనాటి సంఘములో బాగుగా పాతుకొనిపోయియున్న అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతమునకు పూర్తిగా విరుద్ధము లగుటచే పండితలోకములో గొప్ప అలజడి బయలుదేరినది. అరిస్టాటిల్ గ్రంథములను క్షుణ్ణముగా వల్లించిన పలువురు పండితులు గెలిలియోను తీవ్రముగా విమర్శింప సాగిరి. కాగా, ఆ అలజడిని తగ్గించి ఆ విమర్శనములను ఎదుర్కొనుటకై పీసా నగరములో కొద్దిగా వంగిఉన్న గోపుర శిఖరమునుండి భిన్న పరిమాణములు

గల ఉక్కు గుండ్లను ఒక్కసారిగా క్రిందికి వదలి భూతలమును అవి ఏక కాలములో చేరుకొనుటను ప్రత్యక్షముగ కనబరచి తన సిద్ధాంత ప్రామాణ్యమును గెలీలియో బహిరంగముగ నిరూపించెను. మరియొక ప్రయోగమునందాయన బరువైన నాణెమును, తేలికయైన ఈకను పొడుగైన గాజు గొట్టములో ఉంచి పిమ్మట ఆ గాజు గొట్టములో గాలిని పూర్తిగా తీసివైచి తరువాత గాజు గొట్టమును తలక్రిందులు చేయగా గాజుగొట్టముయొక్క ఒక కొననుండి రెండవకొనకు బరువైన నాణెము, తేలికయైన ఈక రెండును ఒకే కాలమందే చేరుకొనుటను ప్రదర్శించి తేలిక వస్తువులును, బరువు వస్తువులును తన సిద్ధాంతము నెటుల అనుసరించెనో వ్యక్తపరచెను.

గతిశాస్త్రములో గెలీలియో కావించిన మరియొక అన్వేషణ న్యూటన్ గతి నియమములకు పునాదులను ఏర్పరచిన దనవచ్చును. నున్నని తారురోడ్డుపై తోపుడు బండిని ఒకడు ముందుకు త్రోయుచున్నా డనుకొందము. అతడా బండిని ముందుకు త్రోయుచున్నంత కాలము అది నడచుటలో ఆశ్చర్య మేమియు లేదు. కాని, ఒకవేళ అతడు బండిని త్రోయుట ఆపివేసినను ఆ తావునందే ఆగిపోక కొద్దిగా ముందుకు పోయి అది ఆగుటను పరికింతుము. గెలీలియో కూడ దానికి సదృశమైన సంఘటనను ఒకదానిని నిరూపించెను. క్రిందికి పడు వస్తువులను




గెలీలియో వాలుబల్ల ప్రయోగము

మొదటి ప్రయోగము—'చ' వద్ద వదలిన గుండు 'చక' దారిని భూమట్టమును చేరి, గతిభారము కారణమున 'కట' అను వాలుబల్లపై 'ట' వరకు ఎక్కినది.

రెండవ ప్రయోగము—మీద ప్రయోగములోని గుండు మొదటిబల్లకన్న వాలు తక్కువైన 'కత' అను బల్ల వెంబడి 'త' వరకు ఎక్కినది. 'కట' కన్న 'కత' పొడవు ఎక్కువగుట స్పష్టము.

మూడవ ప్రయోగము—పై రెండు బల్లలకన్న తక్కువవాలుగానున్న బల్లపైకి 'క' నుండి 'ప' వరకు గుండు ఎక్కినది, 'కప' పొడవు పై రెండింటికన్న హెచ్చు.

అందుచే గుండు ఎక్కగల బల్ల వాలు తగ్గినకొద్ది గుండుగతిభారము గుండును ఎక్కువ దూరమును తీసుకొనిపోగలదు.

గూర్చి గెలీలియో కావించిన ప్రయోగములలో 'చ' బిందువునుండి, 'చక' అను ఏటవాలు బల్ల మీదుగా క్రిందికి జారిన గోళము 'క' వద్ద ఆగిపోక 'కట' అనే మరియొక ఏటవాలు బల్ల మీదుగా పైకి 'ట' వరకు సుమారు 'చ' ఎత్తుకు ఎగబ్రాకగలిగినది. 'కట' అనే ఏటవాలు బల్లయొక్క ఏటవాలు కోణము తక్కువయినచో 'కత' అను ఏటవాలు బల్లమీదుగా 'త' వరకును ('త' బిందువును సుమారు 'చ' ఎత్తులోనే ఉన్నది), దాని ఏటవాలు కోణము ఇంకను తక్కువైనచో 'కప' వరకును ఆ గోళము ప్రయాణము చేయగలిగేది. అందుచేత రెండవ ఏటవాలు బల్లయొక్క ఏటవాలు కోణము తక్కువైనకొలది 'చ' నుండి దిగజారిన వస్తువు ప్రయాణము చేయు దూరము హెచ్చగుటకు వీలున్నది. 'కట' అనే ఏటవాలు బల్లయొక్క కోణము శూన్యమునకు తగ్గునప్పుడు ఆ వస్తువు ప్రయాణము చేయగల దూరము అనంత మగుటకు వీలు లేకపోలేదు. అయితే, అట్లు అనంత దూరము ప్రయాణముచేయకుండ ఘర్షణ బలము కొంతవరకు అడ్డు తగులుచున్నది. కాబట్టి, ఒక వస్తువునకు కొంత వేగమును కల్గించినట్లయిన బహిర్బలముల జోక్యము లేనంతవరకు ఆ వస్తువు అదే వేగముతో అవిచ్ఛిన్నముగ తన ప్రయాణమును కొనసాగించును. గెలీలియో ప్రతిపాదించిన ఈ గతి నియమమును న్యూటన్ సమగ్రముగ పరిశీలించి దానికి

స్పష్టమైన రూపమునిచ్చి అసందిగ్ధమైన మాటలలో వ్యక్తపరచెను.

గెలిలియో గతిశాస్త్రములో ప్రయోగములు కావించుచున్న సమయముననే స్టెవినస్ (1548-1620) స్థితిశాస్త్రమందును, గిల్బర్ట్ (1544-1603) అయస్కాంతశాస్త్రమందును పరిశోధనలు చేసిరి. స్టెవినస్ కృషి ఫలితముగ ఆవిర్భవించినదే 'సమానాంతర చతుర్భుజ బల సూత్రము.' ఈ సూత్రమును ప్రతిపాదించుటలో ఆయన ఒక వస్తువు ఒకటి కంటె ఎక్కువ బలములకు ఒకే సమయమున గురియగునప్పుడు ఈ బలముల కన్నింటికిని కలిసి ఒకే ఫలితము ఉండు నను విషయమును విశదీకరించెను. ఈ విశదీకరణము వలన యంత్రశాస్త్రములో ప్రత్యక్ష మగు అనేక సమస్యలను సులువుగా పరిష్కరించుటకు వీలైనది.

ద్రవస్థితి శాస్త్రములో కూడ స్టెవినస్ కావించిన పరిశోధనలు ముఖ్యమైనవి. ఏదేని వస్తువు ఒక ద్రవములో మునుగుటయు, తేలుటయు ఆ వస్తుసాంద్రతపైనను, ద్రవసాంద్రతపైనను ఆధారపడి యుండును గాని, ఆవస్తువు ఆకారముపై ఆధారపడి యుండ దను విషయము ఆర్కిమీడీజ్ కాలమునుండియు తెలిసియున్నను, వస్తువులు ఒక ద్రవములో మునుగుట ఆవస్తువుల ఆకారముపై ఆధారపడియుండు నను అరిస్టాటిల్ సంప్రదాయకుల భావములు 16 వ శతాబ్దమున కూడ మంచి ప్రచారమునం దుండెను. అరిస్టాటిల్ సంప్రదాయకుల ఈ భావమును గెలిలియో ఖండించి వస్తువులు ఒక ద్రవములో మునుగుటయును తేలుటయును ఆ వస్తువుల సాంద్రతపైనను, ద్రవముల సాంద్రతపైనను ఆధారపడి ఉండు నని తిరిగి ప్రయోగ మూలమున నిరూపించెను. ఆ తరువాత స్టెవినస్ ద్రవ ప్రేషమునుగూర్చి పరిశోధన లొనర్చి విశ్రమస్థితియం దున్న ఒక ద్రవములో ఒక బిందువువద్ద నిర్దిష్ట పరిమాణము గల ప్రేషము ఉండు నని ఉద్ఘాటించి ఈ ప్రేష పరిమాణము ఆ బిందువుపై నున్న ద్రవ స్తంభపు ఎత్తుపై ఆధారపడియుండు నని నిరూపించెను. కాబట్టి, ఒక బిందువుయొద్ద ద్రవ ప్రేషము ద్రవ తలమునుండి బిందువుయొక్క లోతు హెచ్చిన కొలది హెచ్చును.

విలియమ్ గిల్బర్ట్‌నకు పూర్వమే అయస్కాంతమును గూర్చి మానవునకు కొంత పరిచయము ఉండెను. ప్రకృతిలో సహజముగా లభ్యమగు అయస్కాంతము సూదంటు రాయి (లోడ్‌స్టోన్); దానికి ఇనుమును ఆకర్షించు గుణ ఉన్నది. స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయబడిన నిడుపైన సూదంటు రాయి సదా ఉత్తర దక్షిణములకే తిరిగిఉండు నని కూడ చైనా మున్నగు దేశీయులు ఇదివరకే గ్రహించిరి.

గిల్బర్ట్ పరిశోధనలలో ముఖ్యముగ పేర్కొనవలసినది ప్రతి అయస్కాంతమునకు రెండు ధ్రువములు ఉండు నను విషయము. ధ్రువముల యొద్ద అయస్కాంత గుణము కేంద్రీకృతమై యుండును. ధ్రువములు రెండును సర్వసాధారణముగ అయస్కాంతముయొక్క రెండుకొనలందును ఉండును. ఆ తరువాత గిల్బర్ట్ మరికొన్ని ప్రయోగములను చేసి సజాతి ధ్రువములు అపకర్షించుకొను ననియు, విజాతి ధ్రువములు ఆకర్షించుకొను ననియు కనుగొనెను. స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయబడిన అయస్కాంతము సదా ఉత్తర దక్షిణ దిక్కులనే చూపుటకు కారణము భూమి కూడ పెద్ద అయస్కాంతముగ ప్రవర్తించుటవలననే అను మహత్తర విషయము ఈ అన్వేషణ ఫలితముగనే ఆయనకు స్ఫురించినది. భూమికి అయస్కాంతత్వమును ఆరోపించిన పాశ్చాత్యులలో ప్రథముడు గిల్బర్ట్.

భూమియొక్క అయస్కాంత ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములు భూగోళ ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములతో ఏకీభవించక వాటికి కొంత చేరువలోనున్న వనికూడ ఆయన కనుగొనెను. భూమియొక్క అయస్కాంతత్వమును ప్రదర్శించుటకై సూదంటురాయితో నొక గోళమును తయారుచేసి దాని ఉపరితలముపై, వివిధ స్థానముల అయస్కాంత సూచి సూచించు దిక్కులను లిఖించగా వచ్చిన వక్రరేఖలను గోళతలపు మహా వర్తులము లని కనుగొనెను. ఈ మహావృత్తము లన్నియు గోళపు ఊర్ధ్వ, అధస్థలముల రెండు బిందువులవద్ద కలుసుకొని ఉండుట చూచి, అయస్కాంత గోళమునకు రెండు ధ్రువములుండు నను విషయమును నిరూపించెను.

స్థిర విద్యుత్తుశాస్త్ర రంగమున గిల్బర్ట్ కావించిన కృషి ఫలితములు 'డి మేగ్నెటే' గ్రంథమున ఒక అధ్యాయములో పొందు పరుపబడినవి. సీమగుగ్గిలమును (అంబరు) పట్టుగుడ్డతో రుద్దినపుడు అది కాగితపు ముక్కలవంటి తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు నని క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దముననే తేలీజ్ కనుగొనెను. గిల్బర్ట్ పరిశోధనలుచేసి రుద్దబడిన వస్తువుల తలముపై స్థిర విద్యుత్తు ఉద్భవించుట చేతనే వాటి కా గుణము ఏర్పడుచున్న దని కనుగొనెను. ఈ సందర్భములో ఆయన అనేక వస్తువులను గుడ్డతో రుద్ది తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు గుణము వానికి ఉన్నదో లేదో కనుగొనుటకై చేసిన ప్రయోగముల వలన ప్రకృతిలో లభ్యమగు గాజు, గంధకమువంటి వస్తువులలో కొన్నింటికి సీమ గుగ్గిలమువలెనే తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు గుణమున్నదనియును రాగి, వెండి, ఇత్తడి మున్నగువానికి ఆ గుణము లేదనియు ఆయనకు వ్యక్తమైనది. సీమగుగ్గిలము

వలె తేలిక వస్తువులను ఆకర్షించు గుణము గల వానిని 'ఎలెక్ట్రిక్స్' అనియును, ఆ గుణము లేనివానిని 'నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్' అనియును పేర్కొనెను. ఎలెక్ట్రిక్స్ అని గిల్బర్ట్ పేర్కొనిన వస్తువులను విద్యుద్బంధకములు (ఇన్సులేటర్స్) అనియును, నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్ అని పేర్కొనిన వానిని విద్యుద్వాహకములు (కండక్టర్స్) అనియును నేటి వ్యవహారము. 'ఎలెక్ట్రిసిటీ' అను పదము 1646లో సర్ టామస్ బ్రౌన్ అను ఒక ఇంగ్లీషు వైద్యునిచే కల్పింపబడినది.

గిల్బర్ట్ అయస్కాంతము ఇనుమును, సీమగుగ్గిలము తేలికయైన వస్తువులను ఆకర్షించుటకు గల కారణమును అరయుటకై ప్రయత్నించెను. అయస్కాంతము నుండియు, విద్యుదావిష్ట వస్తువుల నుండియు ద్రవ్య స్వభావము లేని ఈథర్ సంబంధమైన ప్రభావము ప్రసారమగు ననియును, ఆ ప్రసారముల మూలమున అవి పరిసర వస్తువులను తమ దగ్గరకు ఆకర్షించుకొనును ననియును ఆయన ఊహించెను. ఇక అయస్కాంతగోళమైన భూమి నుండి ఉద్గారములు వెల్వడుటచే ఏర్పడిన అయస్కాంత క్షేత్రములు చంద్రుని వరకు విస్తరించి యుండుటచే చంద్రగోళ చలనములందు వ్యత్యాసములు కలుగుచున్న వని ఆయన సిద్ధాంతీకరించెను.

ఆకాశములో ఖగోళములు ఎట్లు తిరుగుచున్నవో వివరించుటకు గాను బ్రహ్మాండమం దంతటను నిండి, యొక విధమైన 'ప్రవాహి' ఉన్న దని డేకార్ట్ భావించెను. వరదల సమయమందలి నదీజలమువలె బ్రహ్మాండమం దంతటను నిండియున్న ఈ ప్రవాహి కూడ అధిక వేగముతో సదా ముందుకు పారుచుండును. అట్టిసమయములో ఆ ప్రవాహి యందు నదిలోవలెనే అక్కడక్కడ సుడులు ఏర్పడుచుండును. నదిలో సుడిగుండమందు చిక్కుకొనిన గడ్డిపరక గాని, బెండుగాని ఎటుల దానిని దాటిపో జాలక అందే గిర్రున తిరుగుచుండునో అట్లే ఒక్కొక్క గ్రహము ఒక్కొక్క సుడియందు చిక్కుకొనియుండుటచే గ్రహ సంచలనములు కలుగుచున్నవి. ఈ సుడుల తీవ్రత తగ్గిననే గాని గ్రహసంచలనము నశించుటకు వీలులే దని ఆయన చెప్పెను. భూతలమునుండి పై కెగుర వేయబడిన వస్తువు తిరిగి భూతలమును చేరుకొనుటకు కూడ డేకార్ట్ విచిత్రమైన వివరణ మొసంగెను. భూమి ఒక సుడిలో చిక్కుకొని గిర్రున తిరుగుచున్న దని గ్రహించితిమికదా! నదియందలి సుడిగుండములోనికి దానికి కొన్ని అడుగుల దూరమునందున్న వస్తువు లాగబడుట పరికించుచునే ఉందుము. ఆ రీతిగనే భూతలమునకు కొన్నిమైళ్ల ఎత్తునఉన్న ఏ వస్తువైనను భూమి ఉన్న సుడియొక్క ప్రభావమునకు లోనై దానిలోనికి లాగబడుచున్నది. తత్ఫలితముగనే వస్తువులు భూతలముపై పడుచున్నవి.

డేకార్ట్ అట్లు ప్రయోగముకంటె నిగమనతార్కిక పద్ధతికే శాస్త్ర పరిశోధనలలో ప్రాముఖ్య మొసంగుచున్న సమయమందు ఇంగ్లీషు రచయిత ఫ్రాన్సిస్ బేకన్ శాస్త్ర రంగమందు ప్రయోగముల ప్రాముఖ్యమును పునరుద్ఘాటించెను.

క్రైస్తవ మతాధికారులచే నిర్బంధింపబడి అవసాన దశలో పలు ఇడుములకు లోనై గెలీలియో మహావిజ్ఞాని ఇటలీ దేశములో చనిపోయెను (1642). గెలీలియో చనిపోయిన సంవత్సరముననే ఇంగ్లండులో ఐజక్ న్యూటన్ జన్మించెను. గెలీలియో చనిపోవు సరికి క్రిష్టియన్ హైగెన్జ్ 13 సంవత్సరముల బాలుడు. ధీవిశాలురైన ఈ ఇరువురి శాస్త్రజ్ఞుల ప్రాపున పదునేడవ శతాబ్దపు ఉత్తరభాగములో భౌతిక విజ్ఞానము హెచ్చుగా వృద్ధిచెందినది. కోపర్నికస్ సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతమును, కెప్లర్ గ్రహ గతి నియమములను, గెలీలియో అన్వేషణలను ఐజక్ న్యూటన్ (1642-1727) బాగుగ జీర్ణించుకొనెను. విద్యార్థి దశలోనే ఆయన తోకచుక్కలను శ్రద్ధగా అవేక్షించి కెప్లర్ గ్రహగతి నియమములు తోకచుక్కలకుకూడ వర్తించునని కనుగొనెను. కాని, గగన తలమున నిరాటంకముగ గతులను తప్పకుండ సంచరించుచున్న ఖగోళములను వీక్షించిన కొలదియు ఆయన మనస్సులో ఒక జిజ్ఞాస రేకెత్త జొచ్చినది. ఆకాశములో బహుళ సంఖ్యాకములై యున్న నక్షత్రములు ఒకదాని నొకటి ఢీకొనకుండ ఎట్లు సంచరించుచున్నవి? సూర్యుని చుట్టు గ్రహములు పరిభ్రమించుటకు హేతు వేమి? అట్లు పరిభ్రమించుటలో కెప్లర్ ప్రతిపాదించిన గ్రహ గతి నియమములనే అవి ఏల అనుసరించవలెను?

పైన పేర్కొనినట్లు కోపర్నికస్, కెప్లర్ ప్రభృతులు గ్రహము లెట్లు పరిభ్రమించుచున్నవో కనుగొనిరి. కాని, అవి అట్లు పరిభ్రమించుటకు గల హేతువును వారు తెలిసికొనలేకపోయిరి. ఇక గిల్బర్ట్, డేకార్ట్ ప్రభృతులు ఈ విషయమై కొంత కృషిచేసినను గెలీలియో గతిశాస్త్ర నియమములను పరీక్షించిన న్యూటన్‌కు వీరి సిద్ధాంతములు సత్యములు కావని వెంటనే విశదమైనది. అందుచే గ్రహ గతులకు హేతువులను తెలిసికొనుటకు ముందు గతిశాస్త్ర నియమములను నిర్దుష్టముగ నిర్వచింపవలసి యున్న దని గ్రహించి అందులకై న్యూటన్ పూనుకొనెను. ద్రవ్యమునకు జడత్వము అను మహత్తర గుణ మున్న దని

గెలీలియో నిర్వచించెను. బ్రహ్మాండములో ఏవస్తువైనను ఒకచోట స్థిరముగా ఉన్నచో ఆ వస్తువు జోలికి ఎవ్వరును పోనంతవరకు అది ఎంత కాల మైనను అచ్చోటనే అట్లే స్థిరముగా ఉండును. అట్లే ఏ వస్తు వైనను ఒక నియమిత వేగముతో ఏదైన ఒక దిక్కు మొగమై పోవుచున్నప్పుడు దానికి ఏవిధమగు ఆటంకమును కలుగజేయక పోయినచో అది అదే వేగముతో ఎల్లప్పుడు ఆ దిక్కుగనే పయనించు చుండును. ఇది ద్రవ్యమునకు స్వాభావికమైన జడత్వ లక్షణము వలన సంభవించు చున్నది. ఇది గెలీలియో గతి నియమములలో మొదటిది.

గెలీలియో మొదటి గతి నియమము ననుసరించి వస్తువు యొక్క వేగములో మార్పు కలుగజేయుటకు బాహ్య బలము అవసరము. బాహ్యబల పరిమాణమునకు, వస్తువు వేగములో వచ్చిన మార్పునకు అన్యోన్యసంబంధమున్నది. ఇది గెలీలియో రెండవ గతి నియమము.

గెలీలియోయొక్క పై రెండు గతి నియమముల సార్థక్యమును న్యూటన్ గ్రహించి వాటికి సక్రమమైన రూపమునిచ్చి, వాటికి మరి యొక గతి నియమమును జత చేసి ఆ మూడింటిని తిరిగి తన మాటలలో నిర్వచించెను.

1. బాహ్య బల ప్రేరణ యున్ననే తప్ప ప్రతివస్తువు తన విశ్రాంతి స్థితిని గాని, గమనములో ఉన్నప్పుడు సరళ రేఖాత్మక సమవేగ స్థితిని గాని వీడదు.
2. ఒక వస్తువుయొక్క గతిభారము నందలి మార్పు రేటు ప్రయుక్తమైన బలమునకు యథానుపాతములో ఉండుటయే గాక ఆ బలము ప్రవర్తించు దిక్కుననే జరుగును;
3. ఏ క్రియ కైనను సమానమును, విరుద్ధమును అగు ప్రతి క్రియ ఉండును.

న్యూటన్ తన ఈ గతి నియమముల సహాయముతో గ్రహగతులకు కారణములను అరయుటకై ప్రయత్నించెను. మొదటి గతినియమమును బట్టి సృష్టిలో ప్రతివస్తువునకును విశ్రాంతిస్థితిలో ఉండుటగాని లేదా సరళరేఖాత్మక సమ వేగముతో సంచరించుట గాని స్వాభావికము. గ్రహములు నిలుకడగా లేవు. పోగా, సరళరేఖాత్మక సమవేగముతో కూడ అవి సంచరించుట లేదు. అవి ప్రతి క్షణమును తమ సంచలన దిశను మార్చుకొనుచు సూర్యుని చుట్టు దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నవి. ఇక ఆ కక్ష్య యందైనను వాటి వేగము సమముగా లేదు. సూర్యుని సమీపించిన కొలదియు వాటి పరిభ్రమణవేగము హెచ్చుచు సూర్యునకు దూరస్థ మగుకొలదియు వాటి పరిభ్రమణ వేగము తగ్గుచున్నది. కాబట్టి గ్రహ గతులలో మార్పు కలుగజేయు బాహ్యబలము ఒకటి ఉండవలెను. సూర్యుని చుట్టును గ్రహములు తిరుగుచున్నవి. కాబట్టి ఆ బాహ్య బలమునకు సూర్యుడే కారణభూతు డని న్యూటన్ భావించెను. సూర్యుడు కలుగజేయుచున్న ఆ బాహ్య బల స్వభావము ఎట్టి దని ఆ తరువాత ఆ మహా విజ్ఞాని చర్చించెను.

గ్రహ సంచలన వేగములోను, దిశలోను మార్పులను కలుగజేయుచున్న ఈ బలము సూర్యున కెట్లు లభ్యమగు చున్నది? ఈ సమస్యనుగూర్చి ఆలోచించుచు ఒకనాడు న్యూటన్ ఆపిల్ చెట్టు క్రింద కూర్చొనియుండెనట; అప్పుడు ఆచెట్టునుండి నేలపడిన పండొకటి న్యూటన్ దృష్టిని ఆకర్షించెను (ఈకథ నిజము కాకపోవచ్చును; వోల్టేర్ పండితుడు ఈ కథను కల్పించెనని వాడుక). చెట్టు నుండి ఏ కారణముచేత పండు నేలకు రాలినదో అదేకారణము చేత సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు, గ్రహముల చుట్టు ఉపగ్రహములు తిరుగుచున్న వనుట వాస్తవము. ఆపిల్ పండుపై భూమి కొంత ఆకర్షణ బలమును నెరపుట మూలమున ఈ చెట్టునుండి విడివడిన ఆపిల్ పండు ప్రదేశములో అట్లే నిలచిపోక అథోముఖముగా ప్రయాణము సాగించి భూతములపై పడినది. భూమికి ఈ ఆకర్షణ బలము దాని ద్రవ్యరాశివలననే లభ్యమైన దని, లభ్యమై ఉండవలె నని న్యూటన్ ఊహించెను. కాబట్టి భూమి తన ద్రవ్యరాశికి అలవడిన ఆకర్షణబలమువలన చెట్టు నుండి విడివడిన పండును తన వైపునకు లాగుకొను చున్నది. అట్లే సూర్యుడు కూడ తన ద్రవ్యరాశిఫలముగా లభ్య మైన గురుత్వాకర్షణ బలమువలన గ్రహముల నన్నిటిని తన చుట్టును త్రిప్పుకొనుచున్నాడని ఏల ఊహింపరాదని న్యూటన్ ప్రశ్నించుకొనెను. అయితే ద్రవ్యమయ మైన ఒక వస్తువు, ద్రవ్యమయ మైన మరియొక వస్తువుపై ప్రవర్తింపజేయు ఈ ఆకర్షణబల పరిమాణ మెంత? ఈ పరిమాణమును నిర్ణయించుటకై కెప్లర్ మూడవగ్రహ గతి సూత్రము, హైగెన్జ్ కేంద్రాభిముఖ బలనియమము న్యూటన్‌కు ఎక్కువగా ఉపయోగపడినవి. రెండు వస్తువుల ద్రవ్యరాశులు $m_1$, $m_2$ గ్రాములు అయి వాటి మధ్యదూరము 'r' సెంటిమీటర్లు అయినచో వాటి పరస్పరాకర్షణ బలము వాటి ద్రవ్యరాశుల గుణన ఫలమునకు అనులోమ సంబంధములోను, వాటి మధ్యదూర వర్గమునకు విలోమ సంబంధములోను ఉండును. దానినే గణిత పరిభాషలో $F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ అని వ్రాయుదురు. సమీకరణములో G అనునది భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణస్థిరాంకము. ఈ సూత్రమునకు గురుత్వాకర్షణ నియమము అని పేరు.

ద్రవ్యమయములైన రెండు గోళములు ఒకదాని నొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుటలో వాటి ద్రవ్యమంతయు, వాటి కేంద్రములవద్ద కేంద్రీకృతమై ఉన్నట్లుగనే అవి వ్యవహరించు నని గణితశాస్త్రరీత్యా న్యూటన్ కనుగొనెను (1685). సుమారు ఆ కాలముననే ఫ్రెంచి విజ్ఞాని పికార్ (1620-82) భూ పరిమాణమును కొలిచి కొన్ని లెక్కలను ప్రచురించెను. భూ పరిమాణ విషయకమైన ఆ కొలతలు అంతకు పూర్వపు కొలతల కంటె నిశితములైనవి. అందుచేత ఆ లెక్కల సహాయముతో తన సిద్ధాంతమును తిరిగి సరిచూచుకొని అది నిర్దుష్టమైన దని తన మనస్సునకు దృఢ విశ్వాస మేర్పడిన పిమ్మట న్యూటన్ 1687 లో దానిని ప్రచురించెను.

తన గురుత్వాకర్షణసిద్ధాంతముయొక్క విస్తృతి అపరిమిత మనియు, దానికి విశ్వవ్యాప్తి ఉన్నదనియు న్యూటన్ గుర్తింపకపోలేదు. భూతలముపై సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణ ఫలితముగ సముద్రములలో పాటు, పోటు ఎట్లుత్పన్నము లగుచున్నవో ఆయన గణించెను. ఇక తోకచుక్కల విషయములోకూడ న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ నియమము చక్కగ వర్తించు నని లెక్కలు కట్టి హేలీ విజ్ఞాని నిరూపించెను.

17 వ శతాబ్దములో ద్రవస్థితిశాస్త్ర మందు కూడ మహత్తర పరిశోధనలు సాగినవి. గెలీలియో, టారిసెల్లీ వ్యక్తపరచు వరకును గాలిని గురించి సుస్పష్టమైన అభిప్రాయములు శాస్త్రజ్ఞులకు లేవు. "ప్రకృతి శూన్యమున కవకాశ మీయ" దనియును, అందుచేత ప్రకృతిలో శూన్యమేర్పడకుండ అరికట్టుటకై ఖాళీ ఏర్పడిన ప్రదేశములోనికి వెంటనే ద్రవ్యము నెట్టబడుచుండు ననియును అరిస్టాటిల్ వచించెను. గెలీలియోకూడ ఈ సిద్ధాంతప్రభావము నుండి పూర్తిగా విముక్తుడు కాలేదు. కాని, గాలికి బరువు ఉన్న దని ఆయనకు స్పష్టముగ తెలియును. నీటి సాంద్రతలో గాలి సాంద్రత $\frac{1}{400}$ వంతు అనికూడ ఆయన గణించెను. కాని అంత తేలికైన గాలి ప్రేషమును ఎట్లు కలుగజేయుచున్నదో ఆయనకు స్ఫురింపలేదు. కాగా ఎక్కువ పొడవైన పీల్పుడుగొట్టములోనికి నీటిమట్టము నుండి 33 అడుగులకంటె ఎక్కువ ఎత్తుకు నీరు ఎక్కక పోవుట ఆయనకు ఆశ్చర్యమును కలిగించినది. అందులకు కారణమును అరయుటకై ఆయన ప్రయత్నించెను గాని కృతకృత్యుడు కాలేదు. ఆ సమస్యను సక్రమముగా పరిష్కరించిన విజ్ఞాని గెలీలియో శిష్యుడు టారిసెల్లీ.

గెలీలియో అవసానదశలో ఆతనివద్ద శిష్యుడుగా టారిసెల్లీ చేరినాడు. బరువును కలిగియున్న ప్రతి వస్తువు కొంత నిర్దిష్టపరిమాణముగల అథఃప్రేషమును కలిగియుండుట స్వాభావికమే. బరువును కలిగియున్న వాయువు కూడ కొంత వరకు అథఃప్రేషమును వస్తువుల ఉపరితలముపై ప్రవర్తింప జేయుచున్న దనియును, తన్మూలముగా పీల్పుడుగొట్టములో 33 అడుగుల ఎత్తువరకు నీరు ఎక్కగలుగుచున్న దనియును వచించి ఆయన ఆ సమస్యను పరిష్కరించెను. నీటికంటె హెచ్చు సాంద్రతగల పాదరసమును ఉపయోగించి ప్రయోగము చేసినపుడు పాదరస సాంద్రత కంటె నీటి సాంద్రత ఎన్ని రెట్లు తక్కువో అదే నిష్పత్తిలో పాదరస స్తంభముయొక్క ఎత్తు పీల్పుడు గొట్టమునందు తగ్గవలెను. ప్రయోగఫలిత మీ ఊహను సమర్థించినది. ఈ ఫలితమును ఉపయోగించి వాతావరణ ప్రేషములో సంభవించు మార్పులను కనుగొనుటకై 1643లో పాదరసముతో నింపిన మొదటి భారమితి (చూ. అకారాది) ని ఆయన నిర్మించెను.

తన భారమితిలో పాదరసమును ఉపయోగించి పెక్కు ప్రయోగములను టారిసెల్లీ ఒనర్చెను. 28 అంగుళముల కంటె ఎక్కువ ఎత్తునకు ఎన్నడును పాదరసము పోలేదు. గొట్టములో ఆ పాదరసపు మట్టము పైనున్న భాగము శూన్యముగనే నిలిచిపోయెను. ఈ రీతిగా ప్రకృతిలో శూన్యమునకు తావు లేదను భావము సత్యము కాదని కూడ ఈ ప్రయోగములవలన నిరూపితమైనది.

భూమి మట్టమందు గాలియొక్క అథఃప్రేషమువలన ఒక వైపున మూయబడిఉన్న గొట్టములో పాదరసము 28 అంగుళముల ఎత్తువరకు నెట్టబడిన దని టారిసెల్లీ గావించిన నిరూపణ నిర్దుష్టమైనదని ఆ కాలపు విజ్ఞానులు సామాన్యముగా అంగీకరింపలేదు. గాలియొక్క ప్రేషము భూతలమునుండి ఎత్తునకు పోయినకొలది తగ్గును కాబట్టి భారమితిని ఎత్తైన ప్రదేశమునకు తీసికొనిపోయినచో దానిలోని పాదరసపుమట్టము తగ్గు ననియును, ఆ రీతిగా టారిసెల్లీ నిరూపణ సత్యము కావచ్చు ననియును పాస్కల్ యూహించెను. తదనుగుణముగ ఆయన ప్వీదదోమ్ పర్వతముపై ఆ ప్రయోగము గావింప తన బావయైన ఫ్లోరిన్ పెరియర్ ను నియోగించెను. ఈ ప్రయోగ ఫలితముగ ఆ పర్వత శిఖరముపై భారమితిలోని పాదరసపుమట్టము 3 అంగుళముల వరకును తగ్గిన దని వ్యక్తమైనది. ఈ ప్రయోగమువలన టారిసెల్లీ పరిశోధనఫలితము సత్య మని నిరూపిత మగుటయే గాక భారమితిని ఉపయోగించి ఒక ప్రదేశముయొక్క ఎత్తునుకూడ కనుగొనవచ్చు నని తెల్లమైనది.

ద్రవప్రేషములను గూర్చి కూడ పాస్కల్ ముఖ్యమైన పరిశోధనలు చేసెను. ఆర్కిమీడీజ్, గెలీలియో ప్రభృతుల

తరువాత ఈ విషయమై హెచ్చు కృషి గావించినవా డాయనయే. ద్రవముల ప్రేషము వాటి లోతునుబట్టి మారునను మహత్తర సిద్ధాంతమును ఆయన స్థాపించెను. ద్రవ శరీరమందు ద్రవప్రేషము అన్ని దిశలయందును ఒకే పరిమాణమును కలిగియుండు నని కూడ ఆయన కనుగొనెను. దీనినే పాస్కల్ నియమ మందురు.

వాతావరణ ప్రేషము అన్నిదిశలందును సమముగా వ్యాపించి ఉన్న దను సత్యమును జర్మనీ విజ్ఞాని ఆటో-వాన్-గేరికె చాల చిత్రముగ నిరూపించెను. ఒకదానిలో నొకటి సమముగా అతుకుకొనగల రెండు ఇనుపగోళార్ధములను తీసికొని వాటిని సంధించి, వాయురేచక పరికరము ద్వారా వాటి మధ్య గాలిని బాగుగా తగ్గించి వేయగా 16 గుఱ్ఱముల సహాయమున కూడ వాటిని విడదీయలేకపోవుటను ఆయన చూపించెను. ఈ ప్రయోగమునకు 'మాగ్డిబర్గ్ గోళార్ధప్రయోగ' మని పేరు. వాన్-గేరికె చేసిన ఈ ప్రయోగము రాబర్ట్ బోయిల్‌ను ఎక్కువగా ఆకర్షించినది. రాబర్ట్ హుక్ సహాయముతో వాన్ గేరికెయొక్క వాయు యంత్రమును బాగుగా పెంపొందించి బోయిల్ తన ప్రయోగములు సాగించెను. ఆ ప్రయోగముల ఫలితముగనే వాయు ప్రేషమునకును, దాని ఆయతనమునకును గల సంబంధమును నిరూపించు సూత్రమును ఆయన కనుగొనగలిగెను. దీనినే 'బోయిల్ నియమ' మని పేర్కొందురు. ఈ నియమమునే ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని మారియెట్ (?1620-1684) కూడ పది ఏండ్లతరువాత స్వతంత్రముగా కనుగొనెను.

17 వ శతాబ్దములో కాంతిశాస్త్రము ఎక్కువగ అభివృద్ధి పొందినది. ఈ అభివృద్ధికి కారణభూతులు ముఖ్యముగా న్యూటన్, హైగెన్జ్ అను శాస్త్రజ్ఞులు. ఒక యానకమునుండి మరియొక యానకములోనికి కాంతికిరణము ప్రసరించినపుడు అది వంగు ననియును, ఈ వక్రీభవన సంఘటన కొన్ని నియమముల ననుసరించి జరుగునని యును స్నెల్ కనుగొని వక్రీభవన నియమములను నిర్వచించెను. అతడు ఈ నియమములను కేవలము ప్రయోగాధారములపైననే స్థాపించెను. కాని ఏ కారణము చేతనో వాటిని ఆయన ప్రచురింపలేదు. ఆ తరువాత డేకార్ట్ వీటిని స్వతంత్రముగా కనుగొనినాడో, లేదా స్నెల్‌నుండి గ్రహించినాడో వాటిని ప్రచారములోనికి తీసికొని వచ్చినాడు. డేకార్ట్ మాత్రము వాటిని కేవలము సిద్ధాంత రీత్యా సాధించెననుటకు ఆధారము లున్నవి. స్నెల్ ఆ సూత్రములను డేకార్ట్‌కంటె హెచ్చు స్పష్టముగా నిర్వచించె ననియు, ఒక యానకమునుండి మరియొక యానకములోనికి కాంతి కిరణములు ప్రవేశించినపుడు "పతన కోణపు 'జ్యా'కును వక్రీభవనకోణపు 'జ్యా'కును, మధ్య స్థిర నిష్పత్తి ఉండు" నను నేటి నిర్వచనము ఆయన చేసినదే అనియును వచింపవచ్చును. సిద్ధాంతరీత్యా డేకార్ట్ ఈ సూత్రమును కనుగొనిన విధానము కొంత లోపయుతమైనది. ఆ లోపమును ఫెర్మాట్ గ్రహించి తన కనిష్ఠ క్రియాసూత్ర సహాయముతో దానిని సిద్ధాంతరీత్యా సాధించెను.

17 వ శతాబ్దములో కాంతిశాస్త్రమునందు జరిగిన మరియొక పరిశోధన కాంతివేగము పరిమితమైనదను విషయము. అనంతము, అపరిమితము అయిన వేగముతో కాంతి ప్రయాణము చేయుచున్నదని 17 వ శతాబ్దమునకు పూర్వము విజ్ఞానులు విశ్వసించు చుండిరి. కాంతి వేగము అనంతము కాదని మొట్టమొదట గ్రహించి, దాని పరిమాణమును నిర్దేశించుటకై పూనుకొనిన విజ్ఞాని గెలీలియో. కాని పరిమాణమును కొలుచుటకు ఆయన వాడుక చేసిన పరికరములు అంత సునిశితములు కాక పోవుటవలనను, కాంతి యొక్క వేగము అత్యధిక మగుట వలనను ఆయన పరిశోధనలు ఫలప్రదములు కాలేదు.

తన పరిశోధన లేల విఫలములైనవో గెలీలియో పూర్తిగా గుర్తించెను. తన ప్రయోగములో కాంతి ప్రయాణము చేయు దూరము అత్యధికమైనచో ఆ దూరమును ప్రయాణము చేయుటలో కాంతి ఎంతకాలము తీసికొన్నదో కొంత సులువుగా కనుగొనవచ్చునని ఆయన గ్రహించి, ఆ కార్యము ఖగోళసంఘటనల వలననేగాని సాధ్యము కాదని విశ్వసించి గురుగ్రహపు ఉపగ్రహములయొక్క గ్రహణముల వలన దానిని సాధింపవచ్చునని గుర్తించెను. కాని ఏ కారణము చేతనో గెలీలియో బ్రతికి ఉండగా ఆ పని నెరవేరలేదు. ఆ తరువాత రమ్మర్ ఆపరిశోధనలను చేపట్టి, గురుగ్రహపు ఉపగ్రహములకు గ్రహణములు సంభవించుటలో గోచరించు కాలవ్యత్యాసమును బట్టి కాంతి యొక్క వేగమును నిర్ణయించెను. కాంతి వేగము అపరిమితముగాక పరిమితమే యని నిర్దేశించుటలో ఆయన కృతకృత్యు డయ్యెను (1676). కాంతివేగమును నిర్ణయించిన మొదటి విజ్ఞాని ఈయనయే. అనాడా పరిశోధనలవలన కాంతి సెకనుకు 1,90,000 మైళ్ళ వేగముతో పయనించుచున్నదని వ్యక్తమైనది.

కాంతి స్వభావము : అప్పుడప్పుడు ఆకాశములో ఇంద్ర ధనస్సు ఏర్పడుట అందరకు తెలిసిన విషయమే. దళమైన అద్దముల ఏటవాలు అంచునందు పడిన సూర్యకాంతి పలు వర్ణములతో గోచరించుట కూడ అనుభూత విషయమే. కాని, ఆ సంఘటన ఏల సంభవించు చున్నదో, చాల

కాలము వరకును బాగుగా తెలియలేదు. తెల్లనికాంతి పలువర్ణముల మిశ్రమని మొట్టమొదట కనుగొనిన విజ్ఞాని న్యూటన్.

17 వ శతాబ్దపు మొదటిరోజులలో శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టి ఎక్కువగా గెలీలియో కనిపెట్టిన దూరదర్శనిని పెంపొందించుటయందే లగ్నమై యుండెడిది. ఆ విధముగనే న్యూటన్ కూడ దూరదర్శనిని పెంపొందించుటయే పరమావధిగా భావించుకొని ఏవేవో కొన్ని లెక్కలుచేసి, తదనుగుణముగా కొన్ని గాజు కటకములను అరుగదీసి దూరదర్శని నొకదానిని తయారు చేసెను (?1667). కాని అంత కష్టపడి తయారుచేసిన పరికరము గుండా కూడ దూరపు వస్తువులు స్పష్టముగా గోచరింపక పోవుటచే ఆ లోపము దూరదర్శనిని నిర్మించుటకై ఉపయోగించిన కటకము లందుగాక పూర్తిగా కాంతియందే ఉన్న దని ఆయన సూటిగా గ్రహించెను. న్యూటన్‌కు పూర్వమే గ్రిమాల్డి చిన్న రంధ్రముగుండా చీకటి గదిలోనికి సూర్యకాంతిని పంపించినపుడు గోడపై ఏర్పడిన ప్రతిబింబము యొక్క పరిమాణము కాంతి ఋజురేఖగా ప్రసరించినపుడు ఉండ వలసిన పరిమాణముకన్న హెచ్చు పరిమాణము కలిగి ఉన్నదనియును, అంతేకాక ప్రతిబింబము చుట్టును రంగులు ఏర్పడిన వనియును కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగమును ఆధారముగా చేసికొని 1667 లో ఆ ప్రయోగమునే తిరిగి మరియొకసారి న్యూటన్ చేసెను; ఆయనకుకూడ అట్లే గోచరమైనది. ఆ తరువాత ఆయన అతిసూక్ష్మమైన రంధ్రముగుండా చీకటి గదిలోనికి సూర్యకాంతిని పంపించి కిరణ మార్గమున నొకగాజు పట్టకమును పెట్టి పరీక్షింపగా సూర్యుని తెల్లని ప్రతిబింబమునకు బదులు ఏడు రంగుల దళములు, ఒకదానిని చేరి మరియొకటి గోడపై ఏర్పడినవి. న్యూటన్‌కు ఆ సంఘటన తొలుదొలుత కొంత ఆశ్చర్యమును కలుగజేసినను నిశితముగా యోచించిన పిమ్మట తెల్లని సూర్యకాంతి సజాతీయమైనకాంతి కాదనియును, ఊదా మున్నగు ఏడు వర్ణముల కాంతులు మిశ్రమగుట చేతనే సూర్యునికాంతి తెల్లగా గోచరించుచున్న దనియును అతనికి స్ఫురించినది. తెల్లనికాంతి ఆ రీతిగా విజాతీయమైన ఏడు రంగుల మిశ్రము కాబట్టి ఆ వేర్వేరు వర్ణముల నొక చోటికి దూరదర్శనియందు తా నుపయోగించిన కటకములు కేంద్రీకరింప జాలకున్న వనియును, అందుచేతనే బింబము స్పష్టము గోచర మగుట లేదనియును ఆయన కనుగొనెను.

న్యూటన్‌కు ఆనాడు పై లోపమును ఎట్లు సవరించుటయో తెలియలేదు. అందుచేత కటకముల గుండా తెల్లని కాంతి ప్రసరించి, వక్రీభవనము పొందినపుడే ఈ వర్ణవిశ్లేషణము జరుగుచున్నది. కావున దూరదర్శనిలో వస్తుకాచముగా కటకమునుగాక దర్పణమును ఉపయోగించినపై లోపము తొలగిపోవునని భావించి 1668లో మొదటి పరావర్తన దూరదర్శనిని నిర్మించెను.

కాంతి స్వభావమును గూర్చి చాల కాలమునుండియు పెక్కు సిద్ధాంతములు ప్రచారములో ఉన్నవి. 17 వ శతాబ్దమునకు పూర్వము శాస్త్రజ్ఞులందరును, కంటినుండి ఒక రకమైన కిరణములు చూడబడుచున్న వస్తువుపై ప్రసరించుచున్న వని ఊహించు చుండెడివారు. ఆ తరువాతి కాలపు శాస్త్రజ్ఞులు ఈ వాదమును త్రోసిపుచ్చి, వస్తువు నుండి కంటిలోనికి ప్రయాణము చేయుచున్న సంక్షోభముగా కాంతిని పరిగణించిరి. అంతటి నుండియు కాంతి ఉత్పత్తి స్థానమునుండి, కంటిలోనికి ప్రయాణము చేయుచున్న ఈ సంక్షోభము కణాత్మకమైనదా లేదా తరంగ రూపమున ఉన్నదా అను విమర్శ బయలుదేరినది. కాంతి కణాత్మకమైన దని న్యూటన్ ప్రతిపాదించి దానిని సమర్థించెను. న్యూటన్ యొక్క ఈ వాదమునకు కాంతి కణవాద మని పేరు.

కాంతి సరళరేఖలలో ప్రయాణము చేయుచున్న దను వాదము అంతవరకు ప్రచారములో నున్నదే. సరళరేఖలలో ప్రయాణము చేయుచున్న ఈ కాంతి ప్రకాశ నిరోధక ద్రవ్యమును దేనినైనను ఢీకొనినప్పుడు కొన్ని నియమములను అనుసరించి అది వెనుదిరుగును; అనగా పరావర్తనము చెందును. ఈ పరావర్తన క్రియలో కాంతి సదా కొన్ని నియమములను అనుసరించును. ఆ నియమములకే పరావర్తన నియమము లని పేరు (చూ. పరావర్తనము).

నున్నని గోడపై బంతిని విసరినపుడు అది వెనుకకు ఏ రీతిగా తిరుగునో ఆ రీతిగనే కాంతి కూడ ప్రకాశ నిరోధయానకతలముపై పడినపుడు పరావర్తన మొందుటచే కాంతి కణ స్వభావమును కలిగియున్నదని న్యూటన్ భావించెను. ఇక ఈ కాంతి కణములపై సాంద్రమైన యానకము ఎక్కువ ఆకర్షణ బలమును కలిగిఉండుటచే ఆ యానకములో వాటి వేగము అధికమై, వాటి గమన దిశలో వంపు గోచరించు చున్న దని వచించి కాంతి వక్రీభవన సంఘటనను ఆయన విశదీకరించెను.

న్యూటన్‌కు సమకాలికుడైన హైగెన్జ్ కాంతికణ వాదమును కాదని 1678 లో కాంతితరంగవాదమును ప్రతిపాదించెను. పళ్ళెము నిండ నీరు పోసి కొంత తడవు వేచి చూచినచో నీరు నిశ్చలముగా గోచర మగును. అట్టి

సమయములో చిన్న బెడ్డ నొక దానిని ఆ నీటిలో పడ వైచినచో ఆ బెడ్డ పడిన స్థానమునుండి తరంగములు బయలుదేరి అన్ని వైపులకును వ్యాపించి నీటి ఉపరితలమును చలింపజేయును. ఈ అలలు తీరప్రాంతమందలి సముద్ర తరంగములవలె ఎక్కడికక్కడ విరిగిపోక బెడ్డ పడినచోటును కేంద్రముగ నొనర్చుకొని, ఆ స్థానమునుండి ఏక కేంద్ర వృత్తములుగా బయలుదేరి అన్ని వైపులకును వ్యాపించుచుండుట గుర్తింపవలసిన విషయము. ఈ తరంగములు ఏర్పడినప్పుడు పళ్లెములోని నీరు చలించినప్పటికిని, కాలువలోని నీటివలె ఒకచోటి నీరు మరి యొక చోటికి ప్రవహింపక స్థలము మారకుండగనే అక్కడక్కడనే పైకిని, క్రిందికిని తరంగములు వ్యాపించుచున్న దిశకు లంబముగా నీరు కదలుచుండును. కాని తరంగములు మాత్రము వ్యాపించుచునే ఉండును. ఈ తరంగములు ఏర్పడినప్పుడు తేలికయైన రంపపుపొడిని నీటిపై పడవైచినచో ఈ సత్యము విశద మగును.

నిశ్చలముగ నున్న నీరు అటుల పైకిని క్రిందికిని సంచరించి అలల రూపమున ప్రవహించుటకు కొంత శక్తి ఆవశ్యకము. ఈ శక్తి మనము పడవైచిన బెడ్డనుండియే నీటికి లభ్యమైనది. బెడ్డను నీటిలోనికి విసరినపుడు అది కొంత గతిశక్తితో నీటినిచేరుకొని, ఆ శక్తిని నీటికి అందించి, నీటి అడుగునకు దిగిపోవును. ఈ రీతిగ నీటిని చేరిన శక్తి ఆ నీటిలో అలలను ఉత్పత్తిచేసి ఆ సంక్షోభమును వ్యాప్తము చేయుచున్నది.

హైగెన్జ్ ఈ సంఘటనలను ఆధారముగ చేసికొని కాంతి శక్తి అనియును, అది తరంగ రూపమున ప్రసరించుచున్న దనియును ప్రతిపాదించెను. స్వయంప్రకాశమైన ప్రతి అణువునుండియును కూడ కాంతి వికీర్ణ మగుచుండును. ఈ కాంతి శక్తి స్వయంప్రకాశ ద్రవ్యమునుండి విడివడినంతనే తన్మూలముగా ఆ ద్రవ్యమునందు జనించిన సంక్షోభము తరంగ రూపముగ ప్రవహించును. పళ్లెమందలి నీటిలో బెడ్డ పడుటచే ఏర్పడిన సంక్షోభము ప్రక్కలకు వ్యాపించుటకు నీటితలము ఎట్లు అవసరమో, అట్లే కాంతి సంక్షోభము వ్యాపించుటకుకూడ ఒక యానక మవసరమై ఉన్నది. అందువలన విశ్వమందు అంతటను నిండి స్థితిస్థాపకత గలిగినట్టి 'ప్రవాహి' ద్రవ్యమొకటి ఆయానకముగా ఆచరించుచున్న దని అతడు ఊహించెను. దానికే ఈతర్ అనిపేరు. కాబట్టి స్వయం ప్రకాశ ద్రవ్యములనుండి వెల్వడు కాంతి సంక్షోభములు తరంగ రూపముగ ఈతర్ నందు ప్రసరించుచున్న వని, అనగా కాంతి తరంగములుగ ప్రసరించు నని హైగెన్జ్ ప్రతిపాదించెను.

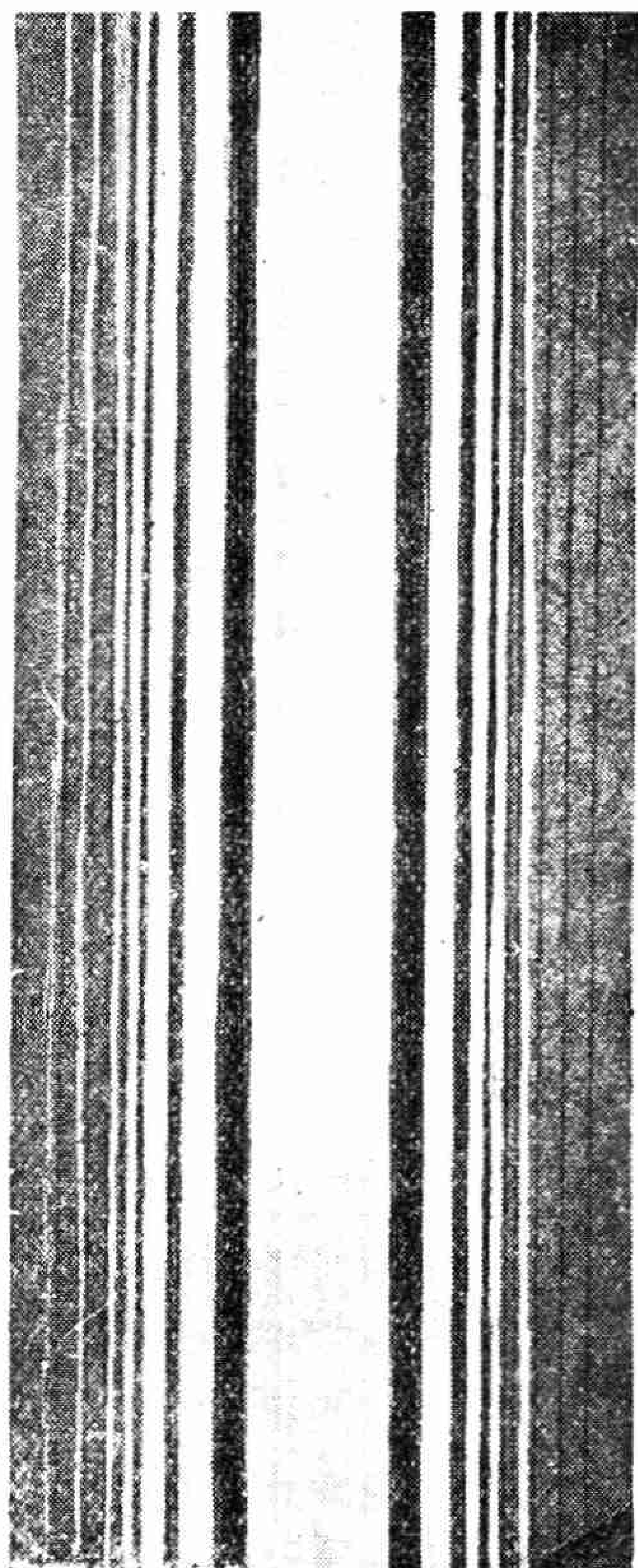
హైగెన్జ్ ఈ కాంతితరంగవాదమును 1678 లోనే ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాన సమితిలో వెల్లడించినను 1690 లో గాని అది ప్రచురితమై వ్యాప్తిలోనికి రాలేదు. కాంతిని గూర్చిన ఏసిద్ధాంతమైన ఆనాడు విజ్ఞానవేత్తలందరకును సుపరిచితములై యున్న పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను, కాంతి సూటిగా పయనించి, అంచులుదేరిన ఛాయలను ఏర్పరచు నను విషయమును పారిమాణికముగా వివరింప గలిగినదై ఉండవలెను. హైగెన్జ్ తరంగవాదము మొదటి రెండు విషయములను విశదీకరింప గలిగినది గాని, మూడవ విషయమును వివరింపలేకపోయినది. హైగెన్జ్ తరంగవాదమును ప్రచురించిన తరువాత న్యూటన్ తన కణవాదమును ప్రచురించెను.

న్యూటన్ ప్రతిపాదించిన కాంతికిరణములు శూన్య ప్రదేశమందు కూడ చొచ్చుకొనిపోవుటకు సమర్థము లగుటచే హైగెన్జ్ తరంగవాదమునందువలె, న్యూటన్ కణవాదమునందు విశ్వమందంతటను, ఆవరించి ఈతర్ ఉన్న దని భావింప నవసరము లేకపోయినది. అంతేకాక, ఈ కాంతి కణములు సూటిగా ప్రసరించుచుండుటలో ఆశ్చర్యములేదు. కావున కాంతియొక్క సరళ రేఖా ప్రసరణమును ఈ సిద్ధాంతము అతిసులువుగా వివరింపగలదు. పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను కూడ న్యూటన్ తన కణవాదముచే విశదీకరింప గలిగెను.

కాని, న్యూటన్‌సిద్ధాంతముకూడ ఆనాడు తెలిసిన మరి కొన్ని కాంతి సంఘటనలకు సమగ్రమైన సమాధానమును ఈయలేకపోయినది. ముఖ్యముగా సమతలముపై ఉంచబడిన కుంభకటకముగుండా కాంతి కణములు ప్రసరించినపుడు ఆ కటకము సమతలమును ఆనిన బిందువులను కేంద్రముగా చేసికొని కొన్ని వర్తులాకారము గల కాంతి రేఖలు - (చూ. న్యూటన్ వలయములు) ఏల గోచరించుచున్నవో న్యూటన్‌సిద్ధాంతము సంతృప్తికరముగా విశదీకరింపలేకపోయినది. న్యూటన్ సిద్ధాంతమునకు హైగెన్జ్ మరియొక అభ్యంతరమును చెప్పెను. న్యూటన్, హైగెన్జ్‌లు కాంతి ప్రసారమును గూర్చిన సిద్ధాంతముల వివరించుచున్న సమయముననే రుమ్మర్ కాంతివేగమును నిర్ణయించెను. కాంతి ద్రవ్యకణములే అయినచో ఆ మహత్తర వేగమును ఆ ద్రవ్యకణములు పొందలేవనియే హైగెన్జ్ ఆక్షేపణ.

న్యూటన్, హైగెన్జ్ ఇరువురును కాంతివిషయమై ఎవరికి వారు తమ వాదమే సరియైన దని తలంచిరి కాని, అందేదియు పరిపూర్ణమైనది కాదని వారు గుర్తింపలేకపోయిరి. ఆధునిక విజ్ఞాన పరిశోధనలలో ఆ విషయము స్పష్టమైనది.

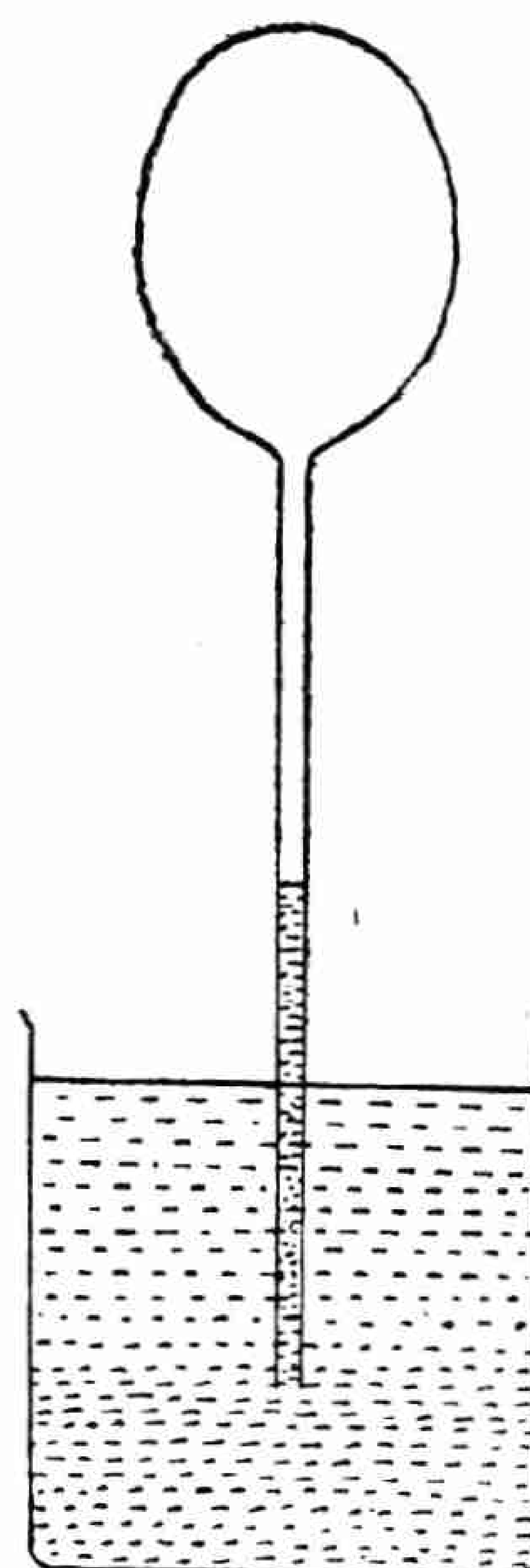
న్యూటన్, హైగెన్జ్ శాస్త్రజ్ఞులు ఇరువురును గ్రిమాల్డి కనుగొనిన కాంతి వివర్తనమును సక్రమముగా వివరింప లేకపోయిరి. చిన్న రంధ్రముగుండ చీకటిగదిలోనికి కాంతి కిరణ పుంజమును గ్రిమాల్డి పంపించినాడు. ఆ కిరణ ముల మార్గములో చిన్న తీగెను పెట్టి దాని నీడను తెల్లని తెరపై పరిశీలింపగా ఆ నీడ ఉండవలసినదానికంటె ఎక్కువ వెడల్పుగ ఉన్నది. అంతేకాక, ఆ నీడ కిరువైపుల రెండు మూడు వర్ణ దళములు కూడ ఏర్పడినవి. గ్రిమాల్డి ఈ సంఘటనను పలుమారులు పరిశీలించి, అంచులదగ్గర కాంతి కొద్దిగా వంగుటచేతనే ఈ సంఘటన సంభవించుచున్నదని చివరకు గుర్తించి, ఆ సంఘటనకు 'వివర్తన' మని పేరుపెట్టి, 1666లో దానిని ప్రచురించెను. గ్రిమాల్డి ప్రయోగములను, న్యూటన్ స్వయముగా కొన్నిసార్లు చేసి చూచెను గాని, అందుకు కారణము ఆయన గుర్తింపలేక పోయెను. ఈ సంఘటనను ఆ నాడు హైగెన్జ్ కూడ తన సిద్ధాంతరీత్యా విశదీకరింపలేక పోయెను. కాని, ఒక శతాబ్దము తరువాత కాంతితరంగ సిద్ధాంత సహాయముననే ఇది వివరింపబడినది.



సన్నని తీగయొక్క ఛాయా చిత్రము. ఈ చిత్రము వ్యతిరేక (నెగెటివ్) చిత్రమగుటచే వెలుగు నీడలు తారుమారైనవి. చిత్రము మధ్యను కనిపించు అస్పష్టమైన రేఖ తీగ నీడ. దానికిరు ప్రక్కల ఉన్నవి వర్ణదళములు.

**ఉష్ణము:** 17 వ శతాబ్దమందు యంత్రశాస్త్ర, కాంతి శాస్త్రములలో జరిగినంతకృషి ఉష్ణతను గురించి తెలిసికొను టలో జరుగలేదు. ఇందులకై ముఖ్యముగా కావలసినది ఉష్ణతను కొలుచు పరికరము - తాపక్రమ మాపకము. 1593 లోనే గెలీలియో ఒక తాపక్రమ మాపకమును నిర్మించెను. ఆ మొదటి తాపక్రమమాపకములో కోడిగ్రుడ్డు ఆకారం గల ఒక గోళము, ఆ గోళమునకు చేర్చి సన్నని నిడుపాటి గాజుగొట్టము ఉండెడివి. ఆ పరికరమును ఉపయోగించు టకు ముందుగా గోళమును కొద్దిగా వెచ్చజేసి, పిమ్మట గొట్టమును నీటి తొట్టెలో ముంచిన, గొట్టములో కొంత ఎత్తునకు నీరు ఎక్కును. ఈ గొట్టములోని నీటి మట్టము పరి సరముల తాపక్రమమును బట్టి మారుచుండును. అనగా తాపక్రమము ఎక్కువైనచో గోళములోని గాలి వ్యాకోచించి నీటిమట్టము క్రిందికి దిగును. తాపక్రమము తగ్గినచో గోళములోని గాలి సంకోచించి నీటిమట్టము ఎక్కువ అగును. గెలీలియో తాపక్రమమాపకములో వాతా వరణప్రేషములో సంభవించు మార్పుల ఫలితముగ కూడ గొట్టములోని నీటిమట్టము మారుటచేత ఆ పరికరము తాపక్రమమును నిశితముగా కొలచుటకు ఉపయోగపడదు.

గెలీలియో తాపక్రమమాపకమును మొట్టమొదటగా పెంపొందించిన విజ్ఞాని ఫ్రాన్సుదేశస్థుడగు జీన్ రే. ఈ ధీశాలి గెలీలియో తాపక్రమమాపకమును తలక్రిందులు చేసినాడు. ఈయన పరికరములందు గోళములో నీరును, కాడలో గాలియును ఉండును. గోళమును వేడిచేసినపుడు, నీరు వ్యాకోచింపగా గొట్టములోని నీటి ఎత్తునుబట్టి తాప క్రమమును నిర్ణయింప వచ్చును. ఈ పరికరములో నీరు తాపక్రమ మాపక ద్రవ్యముగా వ్యవహరించినది. 1632 లో జీన్ రే చేసిన ఈ పరిశోధన ఫలితము ప్రచురితమైనది.



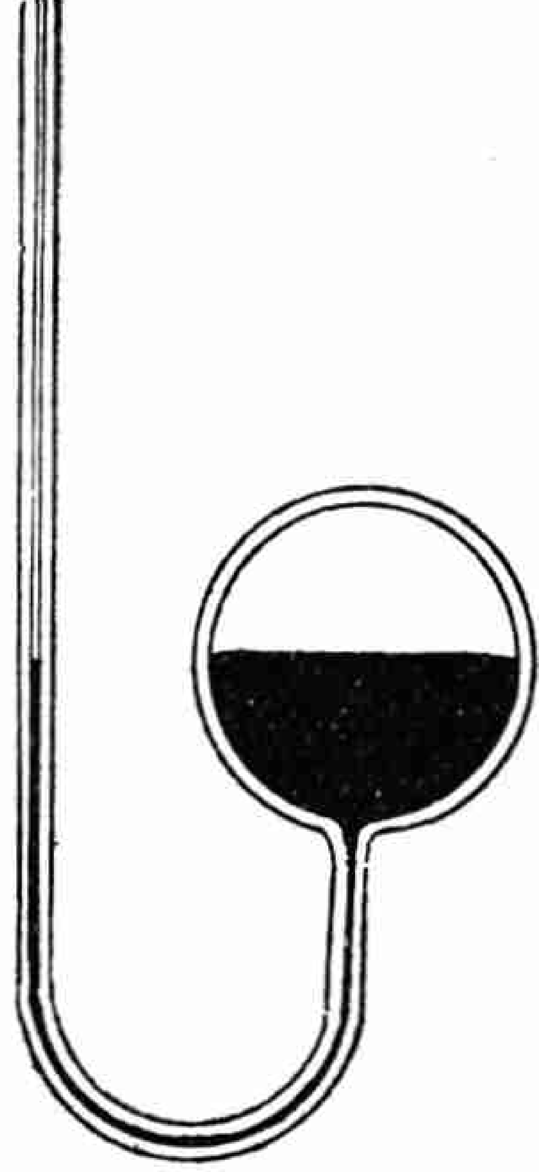
గెలీలియో తాపక్రమమాపకము

జీన్ రే తాపక్రమమాపకములో గొట్టముయొక్క చివరభాగము మూయబడి ఉండకపోవుటచే దానిలోని నీరు ఆవిరి రూపముగా మారి పైకిపోవుటకు అవకాశముండెను. అందుచేత అది సునిశితమైన పరికరము కాదు. జీన్ రే తన తాప క్రమమాపకమును పెంపొందించిన తరువాత ఇరువది ఐదు సంవత్సరములకు టాస్కనీప్రభువు సలహాపైననే ఆ రోజులలో నీటినిగాక సారాయిని తాపక్రమమాపక ద్రవముగా ఉపయోగించికూడ తాపక్రమమాపకములను తయారుచేయుచుండిరి.

గెలీలియో తాపక్రమమాపకమునందు గాలి మాన ద్రవ్యముగా వాడబడినది. పరికరములో గాలిని బంధించు

టకు నీటికి బదులు పాదరసమును వాడుకచేసి, వాయు తాపక్రమమాపకమునకు నేటి రూపును ఒసగినవాడు అమాంటన్ (1702) అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని.

జీన్ రే కృషిఫలితముగా తాపక్రమమాపకమున కావిధముగా నొకరూపము ఏర్పడిన పిమ్మట శాస్త్రజ్ఞులదృష్టి స్థిరబిందువులను నిర్దేశించుటపై కేంద్రీకృతమైనది. ముఖ్యముగా ఈ విషయములో ఇటలీదేశ విజ్ఞానసంస్థ 'ఎకాడమీ-డెల్-సిమెంటో' ఎక్కువ కృషి చేసినది. ఆదిలో శీతకాలమందలి శీతలము యొక్కయు, వేసవికాలమందలి వేడిమి యొక్కయు తాపక్రమాంశలను స్థిరబిందువులుగా గైకొని మధ్యభాగమును 40 లేదా 80 సమభాగములు చేసిరి. కాని, ఆ తరువాత మంచు కరగు తాపక్రమమును దిగువ స్థిరాంకముగా నిర్ణయించిరి.



అమాంటన్ వాయు తాపక్రమ మాపకము.

కాలము గడచి విజ్ఞానము అభివృద్ధి అయిన కొలది ఎకాడమీ-డెల్-సిమెంటో వారు ఏర్పరచిన స్థిరబిందువులు అంత సమంజసములని శాస్త్రజ్ఞులకు తోచలేదు. కాగా 1688 లో గాలియందలి నీరు ఘనీభవించునప్పటి తాపక్రమమును, వెన్నకరగు తాపక్రమమును క్రింది, మీది స్థిరబిందువులుగా పరిగణించి డేలెన్స్ యొక్క తాపక్రమమాపకమును నిర్మించెను.

ఆ తరువాత ఆ స్థిరాంకములలో అనేకమార్పులు వచ్చినవి. ఎట్లయినను, 18 వ శతాబ్దములోగాని నీరు మరుగు తాపక్రమమును, మంచుకరుగు తాపక్రమమును తాపక్రమ మాపక స్థిరబిందువులుగ గైకొనబడలేదు. అయితే, అంతకు ముందే (1665) ఆ రెండు తాపక్రమములను స్థిరబిందువులుగా గైకొనిన యుక్తముగా ఉండునని హైగెన్జ్ పేర్కొనెను. ఇచ్చట మరియొక విషయముకూడ తెలుపవలసిఉన్నది; 1659 లో మొదటిసారిగా తాపక్రమమాపక ద్రవ్యముగా పాదరసమును ఉపయోగించినవాడు బేలియో అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని. ఇట్లు నేటి తాపక్రమమాపక నిర్మాణమునకు పూర్వరంగమంతయు 17 వ శతాబ్దమందే కల్పింపబడినది. తాపక్రమమాపకము నేటి రూపమును దాల్చుటకు తగిన దోహదము 18 వ శతాబ్దమునందు కల్పింపబడినది. వ. వెం. రా.

# భౌతిక విజ్ఞానము - 18 వ శతాబ్దము

18 వ శతాబ్దమందు గెలీలియో, న్యూటన్‌లకు సమానమైన ప్రయోగకుశలు లుదయించలేదు. కాని, 17 వ శతాబ్దపు శాస్త్రప్రవక్తలు ఉపదేశించిన శాస్త్ర విషయముల విపులీకరించి, ప్రయోగములచే పోషించుటకై 18 వ శతాబ్దమున చాల ప్రయత్నములు జరిగినవి. సిద్ధాంత కల్పనలో ఈ శతాబ్దము గ్రీకులచే ఆదరించబడిన వితర్క పద్ధతిని మరల అవలంబించినట్లు కనిపించును. వేడిమి, విద్యుత్‌స్థితి, అయస్కాంతస్థితి మొదలైన వస్తుధర్మములను ప్రయోగమున కందని నిర్భార ద్రవ్య విశేషకల్పనలచే వివరింప చూచుటయే దీనికి తార్కాణము.

భౌతికశాస్త్ర సత్యములను విమర్శించి వాటికిశాస్త్రత్వ సిద్ధిని చేకూర్చుటలో ఉపయోగపడు గణిత విశ్లేషణ పద్ధతులనేకములు బెర్నొలీ నామకులు ముగ్గురు (తండ్రి, పినతండ్రి, కుమారుడు) లెవాన్ హార్డ్ ఆయిలర్, క్లెరో డెలాంబేర్ (?1717-83), లాగ్రాన్జ్, లాప్‌లాస్ మొదలగు ప్రథమశ్రేణికి చెందిన గణితవేత్తల కృషిఫలితముగా ఈ శతాబ్దముననే వృద్ధి పొందినవి. 18 వ శతాబ్దపు ప్రధాన భౌతికశాస్త్ర విజయములు రెండు: అందు మొదటిది కూలామ్ ప్రతిష్ఠాపితమైన విద్యుదాకర్షణ బలనియమమును ఆధారముచేసికొని స్థిరవిద్యుత్తు, అయస్కాంత శాస్త్ర రంగములలో జరిగిన అభివృద్ధి. రెండవది గణిత విశ్లేషణపద్ధతులను శాస్త్ర వివరణలో ప్రవేశపెట్టుట వలన యాంత్రిక శాస్త్రమునకు, ఉష్ణమునకు చేకూరిన వైశద్యము.

ఇక కాంతిశాస్త్రముతో మొదలిడి వేరువేరుశాఖలెట్లు అభివృద్ధిని పొందినవో విచారింతము.

కాంతి: 18 వ శతాబ్దమందు కాంతి స్వభావమును గురించిన సిద్ధాంతములు అంతగా ప్రబలలేదు. 17వ శతాబ్దమున న్యూటన్, హైగెన్జ్ ప్రతిపాదించిన కణ,తరంగ వాదముల సామంజస్యమును ప్రయోగములచే సమర్థించుటకు ఈ శతాబ్దమందు ప్రయత్నములు జరిగినవి. కాంతి నిజముగా కణరూపమున ప్రసరించు ద్రవ్యమైనచో కణములకు ఉండవలసిన గతిభారము మొదలగు ద్రవ్యధర్మములుకూడ కాంతియందు కన్పట్టవలెను. విసురుగా ప్రదేశమున ప్రసరించు కణము, దాని దారియందున్న వస్తువుపై ఒత్తిడిని కలుగజేయును. అట్టి ఒత్తిడిని కాంతి కలుగజేయగలదని నిరూపించితిమేని, కాంతికణవాదము స్థాపితమగును.

1708లో హాంబర్గ్ అను భౌతిక శాస్త్రవేత్త తను నిర్వహించిన కొన్ని ప్రయోగములలో కాంతి, అది పడు వస్తువుపై ఒత్తిడిని కలుగజేయగలదని నిరూపితమైనట్లు ఫ్రెంచ్ ఎకాడమీకి నివేదించెను. కాని, మరికొందరు సమకాలీనులకు ఈఫలితము ప్రయోగగోచరము కాలేదు. కాంతికి నిజముగా ప్రేషమున్నదను విషయము 1900 లో లెబిడెఫ్ ప్రయోగపూర్వకముగా నిరూపించెను. కణ, తరంగవాదములు రెండింటి దృష్టిలోను కాంతికి ప్రేషమును ఆరోపించుటకు వీలు కలిగియుండుటచే వస్తువులపై కాంతి ఒత్తిడిని కలుగజేయ గలదను విషయము ప్రయోగముచే రూఢమైనను, ప్రతిస్పర్ధి వాదములలో ఏది నిజమో నిర్ణయించుటకు పనికిరాలేదు.

18 వ శతాబ్దమున తరంగవాద పక్షమున చేరినవారలలో ప్రసిద్ధగణితవేత్తయగు లెవాన్‌హార్డ్ ఆయిలర్ ప్రధానుడు. భూమి పై భాగము అంతటను వ్యాపించి ఉండుగాలి ధ్వనితరంగముల కెట్లు వాహక మగుచున్నదో అట్లే విశ్వమందంత అతిసూక్ష్మ విభక్తస్థితిలో వ్యాపించియుండు 'ఈతర్' అను నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవ్యము వాయు తరంగములకన్న సూక్ష్మతరమైన కాంతితరంగములకు ఆధార మగుచున్న దను సాదృశ్యకల్పనను పురస్కరించుకొని లెవాన్‌హార్డ్ ఆయిలర్ తరంగవాదమును సమర్థింప చూచెను. అంతేకాక, ధ్వనితరంగ పౌనఃపున్యము స్వరోన్నతికెట్లు కారణ మగుచున్నదో, కాంతి తరంగ పౌనఃపున్యము కాంతివర్ణమునకు కారణ మగుచున్న దని నిరూపించి లెవాన్‌హార్డ్ ఆయిలర్ తరంగవాదమును బలపరచెను.

**కాంతిమితి :** కాంతి తీక్ష్ణతను కొల్చుటకు నిశితమైన విధానములు కొన్ని ఈ శతాబ్దమునందు వెలుగు చూచినవి. కాంతితీక్షణత దూరవర్గముతో ప్రతిలోమముగా మారునను మూలధర్మము కెప్లర్‌న కెట్లో అంతరజ్ఞానము వలన తట్టినది. ఈ ధర్మమునకు ప్రయోగాధారమును మొట్టమొదట కనుగొనినవాడు పీరీ బౌజర్ (1698-1758).

జోహాన్ బతి హైన్‌రిచ్ లాంబర్ట్ (1728-77)'కాంతిమితి' అను ఉద్గ్రంథము నొకదాని ప్రచురించెను. లాంబర్ట్ స్వయముగా నొక కాంతి మాపక పరికరమును నిర్మించెను. అది మనకు పరిచితమైన రమ్‌ఫర్డ్ 'కాంతి మాపకము'ను పోలి ఉండును. పైని చెప్పిన కాంతి తీక్ష్ణతా నియమము కాక లాంబర్ట్ మరియొక నియమమునుకూడ కనిపెట్టెను. "ఒక తలముపై పడు కాంతియొక్క ఔజ్జ్వల్యము, ఆ కాంతిశలాక పతనతలముతో చేయు కోణముయొక్క కోటిజ్యాతో తగ్గుచుండును". ఈ నియమమునకు లాంబర్ట్ గావించిన జ్యామితీయ సమర్థనము ఏ భౌతికశాస్త్ర కోశమందైనను గననగును.

గతశతాబ్దమందు న్యూటన్ పట్టకము సహాయమున సూర్యకాంతిని విశ్లేషించి దాని ఘటకములగు వర్ణముల వేరుపరచి చూపించెను. ఈ శతాబ్దమందు సారాయిదీపము నందు అనేకవిధములగు లవణములు కలుగజేయు రంగుల కాంతులను మెల్‌విల్ అను స్కాట్లండ్ భౌతికశాస్త్రవేత్త విశ్లేషించి, ఆ లవణములు ఉజ్జ్వలరేఖా వర్ణమాలలను ఇచ్చునని కనిపెట్టెను.

ధ్వని : 18వ శతాబ్దము ధ్వనిశాస్త్రాభివృద్ధికి చాల దోహద మొనర్చినది. ఈ శాస్త్ర క్షేత్రమున పనిచేసినవారలలో ఖ్లాడ్నీ అగ్రగణ్యుడు. 'అఘాత' స్వభావము - స్వరోన్నతిని నిర్ధరించు విధానములు - చర్మములు, కడ్డీలు వివిధ వాయువులు ధ్వనిని ప్రసరింపజేయు విధములు, ధ్వనుల శ్రవ్యతా పరిమితులు-ఇట్టి విషయములను గురించిన పరిశీలనను సాగించినవాడు ఖ్లాడ్నీ. తిర్యక్కంపన మొనరించుచున్న తీగెయొక్క చలనమును కలనగణిత రీత్యా విశదీకరించుట ఖ్లాడ్నీ చేపట్టి సాధించిన సమస్యలలో ఒకటి. సందంశ మందు అంచున బిగించబడ్డ పలుచని బల్లల కంపన విధములను చక్షుర్గోచరములుగ చేయుటలో ఖ్లాడ్నీ చూపిన ప్రయోగ కౌశలము నెపోలియన్ చక్రవర్తి కుతూహలమును ఆకర్షించినది. ఈ ప్రయోగమును చూచిన చక్రవర్తి "ఈతడు శ్రవణేంద్రియ గోచరములగు ధ్వనులను కంటికి అగపడునట్లు చేసె"నని ఖ్లాడ్నీని అభినందించెను.

ఉష్ణము : తాపసంఘటనలను గురించిన ప్రయోగములన్నియు ఈ శతాబ్దమున, ఉష్ణత ద్రవ్యమను అపసిద్ధాంత యాజమాన్యముననే జరిగినను, తాపమున ఈ విధానములు ఈశతాబ్దమున నిశితములైనవి. ఇందు మార్గదర్శకుడు జోసెఫ్ బ్లాక్ (1728-99) అను స్కాట్లండ్ వైద్యుడు. బ్లాక్ ప్రయోగఫలములతో బాగుగ పరిచయము సంపాదించిన లావ్వాజ్యే, లాప్‌లాస్ అను ఇద్దరు ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞులు బ్లాక్ ప్రయోగములను విస్తరించి తాపరాసాయనిక శాస్త్రమునకెల్ల మౌలికమగు నియమము నొకదానిని స్థాపించిరి. "ఒక యౌగికపు నిర్మాణములో ఎంత తాపము వెలువడునో అంత తాపమును దానిని విడదీయుటకు యౌగికమునకు అందచేయవలెను"అని ఈ నియమము తెలియజేయును.

వస్తువులు వేడెక్కినపుడు వాటి పరిమాణములందలి మార్పులను నిశితముగా నిర్ణయించుటకు తగు పరికరములు అనేకము ఈ శతాబ్దమున నిర్మితమైనవి.

**ఉష్ణతాద్రవ్యవాదము :** ఉష్ణత యొక్క స్వభావమును వివరించుటకు మొదటి ప్రయత్నములు 18 వ శతాబ్దమున జరిగినవి. ఉష్ణత ద్రవ్యమను వాదమును కక్షీకరించినవాడు బ్లాక్. ఈ వాదప్రకారము ఉష్ణత వేడెక్కుచున్న ద్రవ్యపు కణములమధ్య స్వేచ్ఛగా సంచరించగల సూక్ష్మమైన కంటికి అగపడని నిర్భార ద్రవ్యము. వస్తువు వేడెక్కునపుడు ఉష్ణతాద్రవ్యకణములు ద్రవ్య కణములమధ్య దూరి వాటిని దూరదూరముగా సాగునట్లు చేయును. అందువలననే వేడెక్కిన వస్తువు ఘన పరిమాణము ఎక్కువగును. ఈ సిద్ధాంతము వలననే తాప శాస్త్రము ప్రయోగ విజయముల కాంచినది. సిద్ధాంతము తప్పైనను శాస్త్రము మెట్లు వృద్ధిని చెందగలదో నిరూపించుటకు ఈ వాదము మనకు అత్యంత ఉపయోగము. 17 వ శతాబ్దమున వస్తువుల జ్వలనమునకు కారణముగా ఆ వస్తువుల యందుండు 'ఫ్లోజిస్టాన్' అను వింతద్రవ్యము నిరూపించబడినది.

**తాపగ్రహణ సామర్థ్యము :** వస్తువు తాపక్రమమును హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణత ఆ వస్తువుసాంద్రతను బట్టి ఉండునని అనగా, నేటి పరిభాషలో సమభారములు గల వేరువేరువస్తువుల తాపగ్రహణసామర్థ్యములు సమానము అని అనుకొనుచుండెడివారు. 1710లో బ్లాక్ ఈ విషయమును గురించి పరిశీలనను కావించెను. భిన్న తాపములుకల ఒక నీటిరాశిని, ఒక పాదరసపు రాశిని కలిపినప్పుడు, పాదరసము యొక్క వేడి చేయు సామర్థ్యము నీటిసామర్థ్యములో $\frac{2}{3}$ అని ఫారెన్‌హైట్ కావించిన ప్రయోగఫలితములు బ్లాక్‌నకు తెలియును. కాని, నీటిసాంద్రతకన్న పాదరసపు సాంద్రత 13 రెట్లు అధికము. "అందువలన వస్తువుల తాపగ్రహణ సామర్థ్యము వాటి సాంద్రతను పట్టియుండు నను అభిప్రాయము సరికాదు" అని బ్లాక్ ప్రతిపాదనము. ఈ ప్రతిపాదన సందర్భముననే విశిష్టోష్ణతా (చూ. అకారాది) భావమును బ్లాక్ ప్రయోగ పూర్వకముగ స్థాపించెను. వివిధ ద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణతలను మిశ్రణవిధానముచే బ్లాక్ కనిపెట్టెను.

బ్లాక్ యొక్క ప్రధానవిజయము గుప్తోష్ణతా (చూ. అకారాది) భావము. చేతిలో మంచుముక్కను పట్టుకొనినప్పుడు చేయికొరడు బారిపోవును. అనగా మన శరీరము నుండి అతిరయముగా మంచు వేడిమిని స్వీకరించుచున్నది కాని, చేతినుండి కారుచున్న నీటిలో తాపక్రమమాపకము ఒకదానిని ఉంచితిమేని మంచు ఏ తాపక్రమమును చూపించునో ఆ నీరుకూడ ఆ తాపక్రమమునే చూపించును. ఈ సాధారణ అనుభవమునుండి బ్లాక్ మహత్తరమైన ప్రకృతిసంఘటనను కనిపెట్టెను. "మంచును ప్రవేశించు ఉష్ణతారాశి మంచును నీటిగా మార్చునే గాని మంచుముక్క యొక్క సంవేద్య తాపతీక్ష్ణతను ఎక్కువ చేయదు. ఆ మంచునుండి విడివడిన నీటిలో ఆ ఉష్ణతారాశి గుప్తమై ఉండును. అనగా తాపక్రమమాపకమునకు గోచరముకాని ఆ ఉష్ణతారాశి నీటిలో దాగిఉన్నది."

ఉష్ణత ద్రవ్యమగునో కాదో నిర్ధరించుటకు ముందు వేడి చేసిన వస్తువు భారము అధికమగునో లేదో ప్రయోగ పూర్వకముగా నిశ్చితము కావలెను. ఈ విషయమై కావింపబడిన ప్రయోగములు లేకపోలేదు. కాని, వాటి ఫలితములు ఏకగ్రీవముగా లేవు. అతిజాగరూకతతో రమ్‌ఫర్డ్ కావించిన ప్రయోగములు వేడి వస్తువు భారములో హెచ్చును తెచ్చిపెట్టదనియే చూపెను. ఒక నిర్దిష్టరాశి నీరు మంచుగా గడ్డకట్టినపుడుగాని, లేదా ఒక నిర్దిష్ట రాశి మంచు నీరుగా కరిగినప్పుడుగాని భారమునందు భేదమేమియును కన్పట్టలేదని రమ్‌ఫర్డ్ ప్రయోగముల వలన ధ్రువపరచెను.

వేడికి భారములేకుండుట దాని ద్రవ్యత్వమునకు కొంత బాధకమగుచున్నను దాని నిర్భారద్రవ్యకల్పన కొంత దానిని కాచినది. కాని, ఉష్ణతాద్రవ్యవాదమునకు అడ్డుతగులు ప్రయోగఫలితములు క్రమముగా వెలుగు చూడనారంభించినవి. అందులో ఒకటి సర్ హంఫ్రీడేవీ కావించిన ప్రయోగఫలితము - రెండు మంచు ముక్కల రాపిడివలన బయటనుండి వేడిమిని సరఫరాచేయకుండగనే ఆ మంచు ముక్కలు నీరుగా మారుట. రెండువస్తువుల సంఘర్షణవలన వేడిపుట్టును అనునది చాలప్రాచీనమైన అనుభవము. ఆ వస్తువులు భిన్నస్వభావము లైనప్పుడు వాటి తాపగ్రహణ సామర్థ్యములు భిన్నము లగుటచే తాపగ్రహణ సామర్థ్యము ఎక్కువగానున్న వస్తువునుండి బయటికివచ్చిన వేడిని గ్రహించుటకు రెండవవస్తువు సామర్థ్యము చాలక, ఆ వస్తువు వేడెక్కినదని ఉష్ణతాద్రవ్యవాదుల వివరణ. కాని, డేవీ ప్రయోగములో రెండువస్తువులును మంచుముక్కలే. వాటి తాపగ్రహణసామర్థ్యములు భిన్నము లనుట సబబుకాదు.

ఈ కాలమందే రమ్‌ఫర్డ్ ప్రభువు బవేరియారాజు ఆయుధాగారమందు ఫిరంగులను తయారుచేయుటకై కంచుదిమ్మలకు రంధ్రములు చేయ నారంభించెను. రంధ్రములు పొడుచుపనిలో తరణినుండి పైకివచ్చు కంచు ముక్కలను ఎర్రగా కాల్చునంతటివేడిమి పుట్టుచుండెను. కంచు దిమ్మనుండి వేరైన శకలములను అతడు సావధానముగ పరిశీలించినపుడు వాటి భారమునకును దిమ్మనుండి

విడివడిన కంచురాశి భారమునకును తేడా గానరాలేదు. పరిస్థితులను మార్చి అతడు ప్రయోగమును తిరిగి గావించెను. ఈసారి అతడు మొరవోయిన సాధనములను వాడుటయే గాక, దిమ్మచుట్టు నీటినుంచి, దిమ్మను దొల్చునపుడు జనించు వేడి యంతయు ఆ నీటిలోనికి ప్రవేశించునట్లు జేసెను. నీరంతకంతకు వేడెక్కుచు రెండు గంటల తరువాత సలసల కాగుటకు మొదలిడి తొలుచు కార్యము సాగుచుండినంత కాలమును నీరు మరుగుచు నేయుండెను. నిప్పు అక్కరలేకుండ నీటిని వేడెక్కించుట ఇదియే మొదటి ప్రయోగము. ఇట్లు తొలుచు యంత్రము పని చేయుచుండినంతకాలము వేడి అవిరతముగా పుట్టుచునే ఉండుట రమ్‌ఫర్డ్ గుర్తించెను.

బయటనుండి వేడిమి అందక పోయినను యంత్రము చలనములో ఉన్నంతకాలము వేడిమి ఎడతెగకుండ ఉద్భవించుటచే అతడు యంత్ర చలనము కారణముగా వేడి పుట్టుచున్నదని గ్రహించెను. ద్రవ్యముకాని చలన శక్తి వేడిగా మారుచుండుటచే వేడి ద్రవ్యము కాదన్న నిష్కర్షకు రమ్‌ఫర్డ్ రాగలిగెను.

విద్యుత్తు - అయస్కాంత శాస్త్రము : ప్రకృతిశాస్త్ర శాఖలయందు అతి ప్రాచీనమైన యాంత్రిక శాస్త్రమందును, కాంతిశాస్త్రమందును 17వ శతాబ్దము ముందంజ వేసెను. 18 వ శతాబ్దము స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రాభి వృద్ధిని తనదిగా చేసికొనినది.

క్రోడీకరించు సామాన్యసిద్ధాంత మొకటి లేకపోవుట వలన విడివిడి ప్రయోగఫలితములుగా వెలువడిన శాస్త్ర విషయములు శాస్త్రాభివృద్ధికి మందగతితో త్రోవతీసినవి. ఏ నిశిత విజ్ఞానశాఖ యైనను ఈ దశను దాటవలసినదే. కాని, విద్యుత్తు ఈ దశను చాలకాలము వరకు మించలేక పోయినది. 18 వ శతాబ్ద మధ్య కాలమునగాని విద్యుత్తు రెండవదశ, అనగా సిద్ధాంతకల్పనదశను ప్రవేశించలేదు. మొదటిదియగుప్రయోగదశకు ప్రతినిధులు హాక్స్‌బీ,డూఫే అనువారలు; రెండవదశకు ఆధారభూతులు ఫ్రాన్క్లిన్, ఎపైనస్ అనువారలు. కాని, సంఘర్షణవల్ల జనించు విద్యుత్తుయొక్క స్వభావమునకు సంబంధించిన యథార్థ నియమములు వెలుగు చూచుసరికి 18 వ శతాబ్దముకూడ అవసానమును చూచినది. ఇది కూలామ్‌చే నెలకొల్పబడిన విజయము. స్థిరవిద్యుత్తువిద్యకు కొనకు శాస్త్రత్వమును చేకూర్చిన గణితరీతులు ఈయన అన్వేషణ ఫలితములను ఆధారముగా తీసికొని ప్రవర్తించినవే.

సంఘర్షణ విద్యుత్తు : 18 వ శతాబ్దారంభమున విద్యుత్సంఘటనల అన్వేషణకు శాస్త్రాభ్యాసకుల పురి కొల్పినది పికార్డీ అనువానిచే కనిపెట్టబడిన ఒక విశేష సంఘటన - టారిసెల్లీ శూన్యములో కదలించిన పాదరసము ఒక వింత కాంతిని ఇచ్చును. కదలినపుడు పాదరసము నాళకుడ్యముతో సంఘర్షించుటవలన జనించిన సంఘర్షణ విద్యుత్తు ఈ కాంతికి కారణమని 1710 లో హాక్స్‌బీ ఇచ్చిన సమాధానము ఈ శాస్త్రమునకు నాంది.

ఇట్లు సంఘర్షణ వలన విద్యుత్తు జనించు నని తెలిసిన మీదట అట్టి విద్యుత్తును జనింపచేయు పరికరముల నిర్మాణమునకై ప్రయత్నములు ప్రారంభమైనవి. అందు గేరికె (1715) ది ప్రథమ విజయము. గేరికె యంత్రము నిలువుగా అమర్చిన ఇరుసుపై గిరగిర తిరుగు నొక గంధక గోళము. అరచేతిని గోళమునకు ఆనించిన గోళము విద్యుదావేశమును స్వీకరించును. కాని, ఇది వాడుకలోనికి రాలేదు. 18 వ శతాబ్దపు ప్రారంభమువరకు గాజుకడ్డీలను, లక్కకడ్డీలను, బొచ్చు, పట్టు మొదలగు వస్తువులను చేతులతో రుద్దుట వలన విద్యుదావేశముల జనింప చేయువారు. 1720 లో హాక్స్‌బీ గేరికె గంధకగోళము బదులు గాజు గోళమును యంత్రమునందు అమర్చెను. తరువాతి అభ్యాసకులు గోళమును పళ్లెముగా మార్చి సంఘర్షణకై చేతులకు బదులుగా తోలుపట్టీలను వాడుకచేసిరి. హాక్స్‌బీ స్వయముగా శాస్త్రమునకు మౌలికమైన విషయములను కని పెట్టలేక పోయినను ఈయన యంత్రరచన అనేకులను సంఘర్షణ విద్యుదనుశీలనకు ప్రోత్సహించినది.

ఈ ప్రోత్సాహము ఫలితముగా గ్రే (1729) వస్తువులను విద్యుద్వాహకములు, అ విద్యుద్వాహకము లని రెండు తరగతులుగా విభజించెను. గ్రే ప్రయోగములలో ఏ వస్తువులు విద్యుదావేశమును దూరముగా నున్న ఇతర వస్తువులకు సంక్రమింప చేయగలవో, ఏవి చేయలేవో నిర్ణయించుటకు వీలుకలిగినది. ఇట్లు తరువాత వెలుగుచూచిన విద్యుత్తు ప్రరోచన సంఘటనను (అనగా ఆవిష్టవస్తువు, తనకు కొంత దూరములో నున్న ఇంకొక వస్తువును ఆవిష్టముగా నొనర్చుట) గ్రే ఆకాంక్షించగలిగినా డన్నమాట.

కొన్ని వస్తువులు విద్యుద్వాహకములు, మరికొన్ని అవిద్యుద్వాహకములు అను ప్రయోగపూర్వక విభజన యొక్క ప్రాధాన్యమును గుర్తెరింగినవారలు ఆనాడు అనేకులు గలరు. వీరిలో అగ్రగణ్యుడు పారిస్ వాస్తవ్యుడు ఛార్లెస్ ఫ్రాన్సిస్ డూఫే (1698-1739). డూఫే ఆవిష్కరించిన సంగతులను ఈ క్రిందివిధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. విద్యుద్వాహకవస్తువు ఆవిష్టమైనపుడు అది అవిద్యుద్వాహక వస్తువు లన్నిటిని ఆకర్షించును ;

2. రెండు విరుద్ధ స్వభావములుగల విద్యుదావేశములు కలవు - అందొకటి గాజును బొచ్చుతో రుద్దిన పుట్టునది; రెండవది లక్కను పట్టుతో రుద్దిన జనించునది (గాజు విద్యుత్తు, లక్క విద్యుత్తు.).

విద్యుత్తు యంత్రములు : హాక్స్బీ యంత్ర నిర్మాణము ననుసరించి యంత్రనిర్మాణము క్రమపరిణతిని పొందినది. ఈ పరిణతి సంఘర్షణ విద్యుత్సంఘటనల తరువాతి పుష్కలాన్వేషణకు అమితమైన దోహదమును చేకూర్చినది. ఈ పరిణతి ఫలమే లైడెన్ జాడీ అను అద్భుతమైన స్థిరవిద్యుత్ సంగ్రాహకపరికరము.

లైడెన్ జాడీ సంఘటనలను మొట్టమొదట వివరించ గలిగినవాడు బెన్జమిన్ ఫ్రాన్క్లిన్. ఈ వివరణమును బోధపరచుకొను పూర్వము విద్యుత్ స్వభావమును గురించి ఫ్రాన్క్లిన్ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతమును మనము విచారింతము.

ఫ్రాన్క్లిన్‌కు ముందు శాస్త్రజ్ఞులు రెండు రకముల విద్యుత్తులకు రెండు రకములగు విశిష్ట ద్రవద్రవ్యములు కారణము లని నమ్ముచుండెడివారు. అమెరికా విజ్ఞానులలో మొదటివాడగు బెన్జమిన్ ఫ్రాన్క్లిన్ విద్యుత్తుద్రవ మొక్కటియే అన్ని వస్తువులందు నిండియున్నదనియు, దాని హెచ్చు ధనవిద్యుత్తుస్థితియనియు, దాని తగ్గు ఋణ విద్యుత్తు స్థితిఅనియు బోధించెను. ఈ ఫ్రాన్క్లిన్ వాదము సర్వసమ్మతిని పడయలేదు. దీనికి విరుద్ధముగా మరల ద్విద్రవ వాదములు బయలుదేరినవి. తన సిద్ధాంత దృష్టిలో ఫ్రాన్క్లిన్ లైడెన్ జాడీ సంఘటనను ఈ క్రింది విధముగా వ్యాఖ్యానించెను.

సీసాలో ఉంచిన కడ్డీగాని, తీగెగాని యంత్రము నుండి ధనావేశమును ఎంత తీసికొన్నదో సీసా అడుగు అంతే ఋణావేశమును తీసికొనును. ఈ రెంటిని ఒక దానితో నొకటి రద్దుచేయు సందర్భమున విద్యుదాఘాతము సంభవించును.

ప్రజాసామాన్యమున ఫ్రాన్క్లిన్ కీర్తి ప్రాకుటకు కారణము మెరుపు(చూ. అకారాది)కూడ విద్యుత్సంఘటనయే అని రుజువు చేయుటకు ఆయన కావించిన ప్రయోగములు. ఈ ప్రయోగములు స్థిరపరిచిన సాదృశ్యమును ఈ క్రింది విధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. వెలుతురు, ధ్వని రెండిటికిని సమానములే;
2. విద్యుత్‌స్ఫులింగమువలె మెరుపుకూడ వస్తువులను మంట పెట్టగలదు;
3. రెండును జంతువులను చంపగలవు;
4. రెండును వస్తువులను ధ్వంసము చేయగలవు, రెండును గంధకపువాసన కొట్టును;
5. మెరుపు, విద్యుత్తు ఒకే విద్యుద్వాహకములో నుండి ప్రవహించగలవు; సూక్ష్మాగ్రముల ప్రోగవగలవు;
6. రెండును అయస్కాంత శక్తిని రద్దుచేయగలవు లేదా అయస్కాంతధ్రువముల విపర్యాసమును తెచ్చిపెట్టగలవు;
7. రెండును ధాతువులను కరిగించగలవు.

విద్యుత్ ప్రయోగములను నెలకొల్పిన ఫ్రాన్క్లిన్ సమకాలీనులలో యూరప్ విజ్ఞానులు విల్కే, ఎపైనస్ అనువారు ప్రధానులు. విల్కే (1732-96) జన్మతః జర్మను అయినను స్వీడన్ దేశము ఆయన కార్యక్షేత్రము.

రెండు వస్తువుల సంఘర్షణవలన రెండు రకముల ఆవేశములు కూడ జనించునను ప్రయోగఫలితమును విల్కే కనిపెట్టెను. అంతియేకాక, తాను పరిశీలించిన వస్తువులను ఒక శ్రేణిలో ఇమిడ్చెను. ఈ శ్రేణిలో క్రింద క్రిందనున్న వాటితో రుద్దిన మీద మీదనున్న వస్తువులు ధనావేశమును తీసికొనును; వ్యతిరేకముగా చేసిన ఋణావేశమును తీసికొనును.

18వ శతాబ్దమున విద్యుత్తు కనిన వికాసమునకు ఆ శతాబ్దపు అవసానమున ప్రతిష్ఠాపితమైన విద్యుత్తుఆకర్షణ బలనియమము మకుటము వంటిది. ఇది వరకు గుణాత్మక పరిశీలనకే పరిమితమైన విద్యుత్తు సంఘటనల అనుశీలన ఇప్పుడు గణితరీతులనుబట్టి స్థిరవిద్యుత్తుశాస్త్రముగా పరిణతిని పొందినది. ఈ పరిణతికి కారకులు ప్రీస్ట్‌లీ, కేవెండిష్, కూలామ్ అను వారలు. వారు సాధించిన కృషి క్రిందను పొందుపర్చడమైనది.

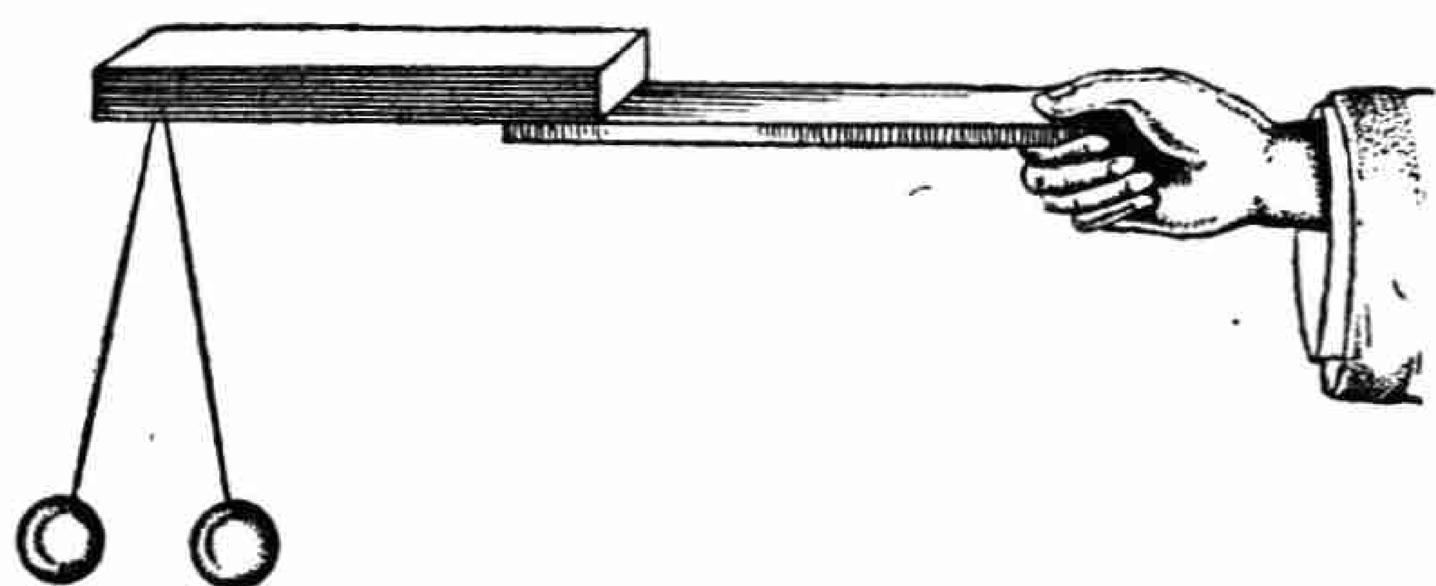
ఇంగ్లండులోని మాంచెస్టరు బడిపంతులుగానుండు కాలములోనే ఘర్షణయంత్రముతో ప్రయోగములు చేయుట ప్రారంభించెను. ఈయన తరచుగా లండను నగరమునకు పోవుట తటస్థించినపుడు ఫ్రాన్క్లిన్, వాట్సన్ పరిచయమును సంపాదించెను. వారి ప్రోత్సాహమున తానొక సంవత్సరము పొడవున చేసిన ప్రయోగముల ఫలితములను పుస్తకరూపమున ప్రకటించెను. ఈ గ్రంథమున పొందుపరుపబడిన అన్వేషణ ఫలితములలో ప్రధానమైనది విద్యుత్ ఆకర్షణ, విద్యుత్ అపకర్షణ బలములు దూరవర్గముతో విలోమముగా మారుచుండునను ఆవిష్కరణ. అటు తరువాత వింతవిషయము విద్యుదావిష్టమైన వాహకముల సూక్ష్మాగ్రములనుండి వాయు ప్రవాహములు విసురుతో బయలుదేరుననునది. దీనికే విద్యుత్‌పవనము, అని తరువాత పేరు వచ్చినది.

1770 లో కేంవెడిష్ విద్యుత్తును గూర్చి మహత్తరమైన మార్గదర్శకప్రయోగములను కావించెను. 18 వ శతాబ్దపు నాల్గవపాదమున మాక్స్‌వెల్, ఈ కేవెండిష్ అన్వేషణలను

ప్రచురించునప్పటికి ఫారడే ప్రభృతులచే ఈ ఫలితములు స్వతంత్రముగా కనిపెట్టబడినవి. ఫ్రాన్‌క్లిన్, ఎపైనస్ అంగీకరించిన వాదమువంటి ఏకద్రవ్యవాదమును కేవెండిష్ కూడ అంగీకరించి, ఆ వాదమును గణితరీతిని మలచుటకు యత్నించెను. ఆవిష్టవస్తువులపైనుండు విద్యుదావేశమును ద్రవప్రేషముతో పోల్చెను. ఈ భావమే నేడు, విద్యుత్తు ప్రేషము లేదా శక్మ అనుపేర బరగుచున్నది. విద్యు ద్వాహకమునందు ఆవేశము పైతలమునందే వసించునని ప్రయోగపూర్వకముగా రుజువుచేసెను. ఈ పరిస్థితినుండి విద్యుదపకర్షణబలములకు చెందిన విలోమవర్గనియమమును స్థాపించెను.

ఛార్లెస్ ఆగస్టీన్ కూలామ్: (1736-1806) ఫ్రెంచ్ దేశపు విజ్ఞుడు. నావికులకు ఉపయోగించు శ్రేష్ఠమైన దిక్సూచి నిర్మాణమునకై ప్యారిస్ ఎకాడెమీవారు ప్రకటించిన బహుమానము విద్యుదయస్కాంత సంఘటనల పరిశీలనకై ఈయనను ప్రోత్సహించినది. ఈ సందర్భముననే విద్యుత్ బలముల పరిమాణమును నిర్ణయించ సమర్థమగు విమోటన తులాయంత్రము (టార్షన్ బ్యాలెన్స్)ను ఈయన నిర్మించెను. ఈ పరికర సహాయముననే ఈయన తన ప్రసిద్ధ విద్యుద్బలాకర్షణ నియమమును స్థాపించ గలిగెను. ఆ నియమమును ఇట్లు వచింప వచ్చును. " రెండు చిన్న విద్యు దావిష్టగోళములమధ్య అగపడు అపకర్షణబలము ఆ గోళకేంద్రములమధ్యనున్న దూరవర్గముతో విలోమముగా మారును. "

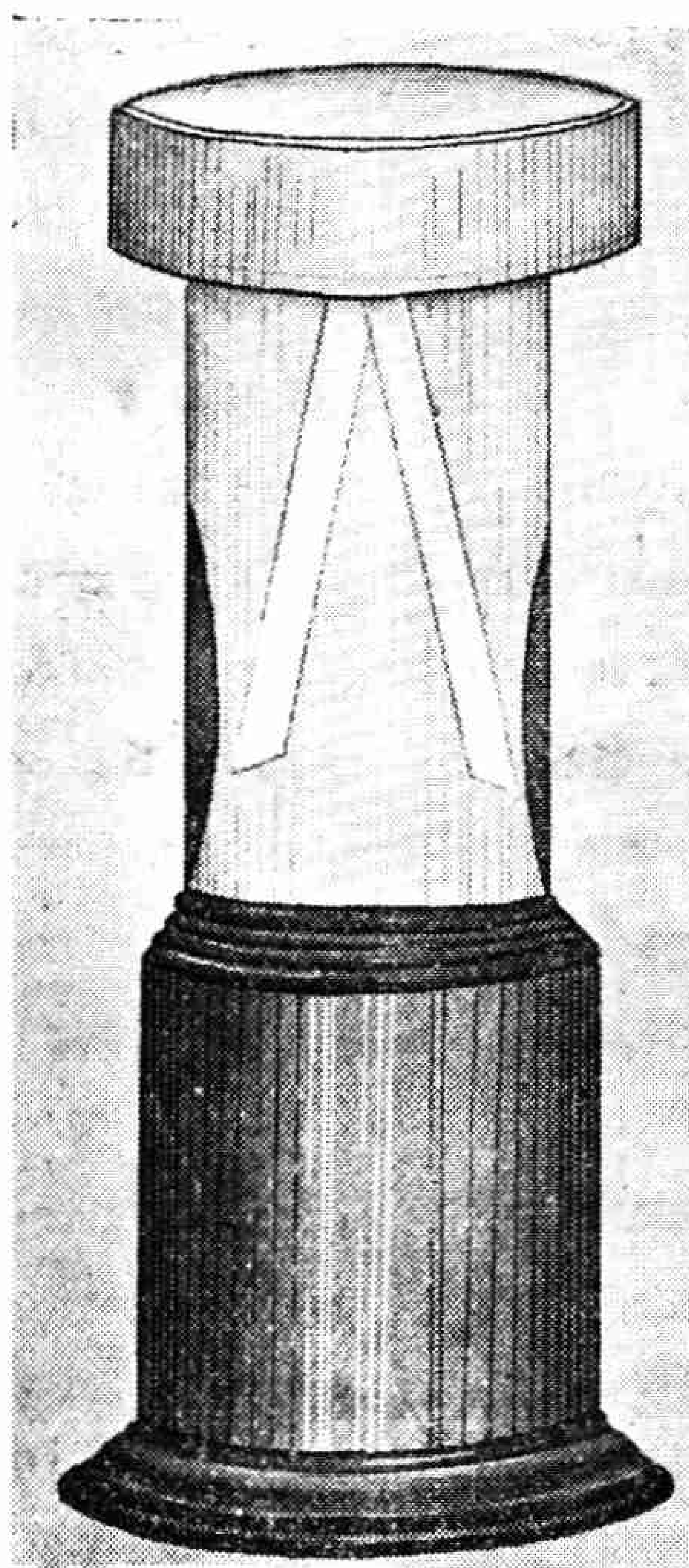
విద్యున్మాపకములు : ఒక వస్తువు ఆవిష్టమైనదని తెలిసికొనుటకు. ఆ ఆవేశపు పరిమాణమును నిర్ణయించుటకు



పట్టుదారములతో వ్రేలాడదీసిన రెండు బీలుగుబెండుగోళములు సజాతీయమైన ఆవేశమును స్వీకరించి ఒకదానికొకటి దూరమైనవి.

అవశ్యకమగు పరికరములను కూడ 18 వ శతాబ్దపు విద్యుచ్ఛాస్త్రాభ్యాసకులు నిర్మించిరి. మొదటి పరికరములలో తీగెలనుండి గాని గాజుగొట్టములనుండి గాని వ్రేలదీసిన పట్టుదారములను గాని, పలుచటి ఇత్తడిరేకులను గాని వాడుచు వచ్చిరి. తరువాత చిన్న బీలుగు బెండు బంతులు వీటి స్థానమున వచ్చినవి. తుదకు, ఈ పరికరములు బెన్నెట్ (1750-99) చేతిలో నేటికిని వాడుకలోనున్న స్వర్ణపత్ర విద్యుద్దర్శని పరిణతిని చెందినవి. ఈ పరికరములు అన్నియు విద్యుత్ప్రరోచనసంఘటన సూత్రానుసారము పని చేయును.

ప్రవాహవిద్యుత్తు : వస్తువుల సంఘర్షణవలన విద్యుత్తు జనించునన్న సంగతి చాల ప్రాచీనకాలమునుండి తెలిసిన విషయము. టూర్మలీన్ వంటి కొన్ని స్ఫటికములను వేడి చేసిన విద్యుత్తు ఉద్భవించుననియు, వాతావరణమునుంచి కూడ విద్యుత్తును సంగ్రహించ వచ్చుననియు తొలిసారి నిరూపించినవారు 18వ శతాబ్దపు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు. వీటి అన్నిటికన్న మహత్తరమైన ఆవిష్కరణ గాల్వనీ యొక్క ప్రవాహ విద్యున్నిరూపణ. 18 వ శతాబ్దము చివర వెలుగు చూచిన ఈ సంఘటన 19 వ శతాబ్దమందు విస్తరింపబడి వివరింపబడినది.



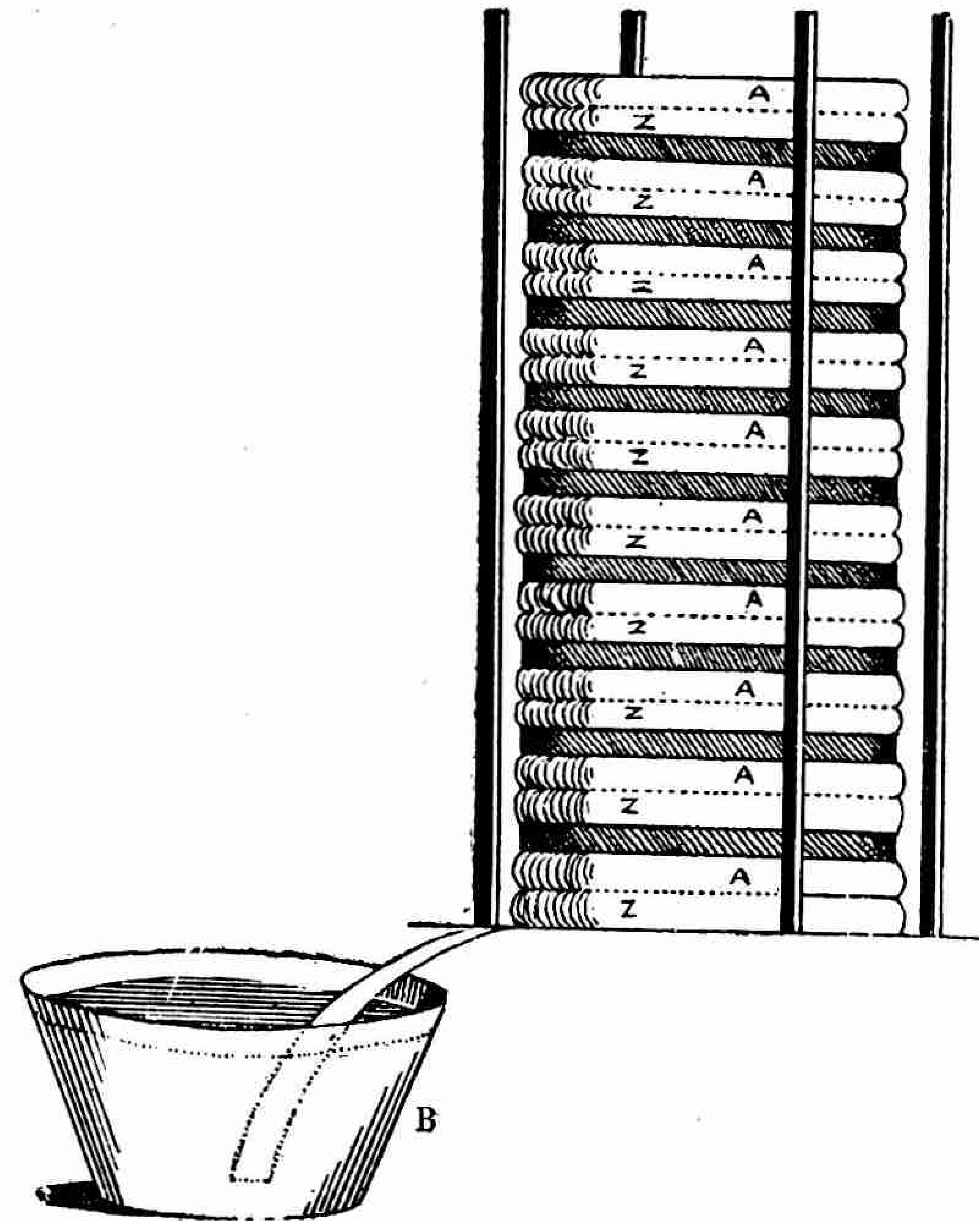
బెన్నెట్ ఎలక్ట్రోస్కోప్

నిజముగా స్థిర విద్యుత్తునకును, ప్రవాహవిద్యుత్తునకును మధ్య భేదమేమియును లేదు. ఈ భేదాభావమును మనము జ్ఞప్తియందుంచుకొనినచో పైని పేర్కొనిన పేర్లు తప్పని మనకు తోచకమానవు. నవీనసిద్ధాంతదృష్టిలో విద్యుదావిష్టకణముల కదలికయే విద్యుత్ప్రవాహము. స్థిరవిద్యుత్సంఘటనయందుకాని, ప్రవాహ విద్యుత్సంఘటనయందు కాని అట్టి కణముల ప్రయాణమే విద్యుత్సంఘటన. ప్రవాహ విద్యుత్తులో ఆ ప్రయాణము వాహకపు ఋణాగ్రపుకొననుండి ధనాగ్రమువైపుకు సాగును. స్థిరవిద్యుత్సంఘటనయందు బేటరీ ఋణాగ్రమునుండి సంఘనకము యొక్క ఋణఫలకమునకును, తిరిగి సంఘనకపు రెండవ ఫలకమునుండి బేటరీ ధనాగ్రమునకును ఆవిష్టకణములు పయనించును. ప్రవాహ విద్యుత్తు అని మనము పేరుపెట్టిన సంఘటన రెండు భిన్నధాతువులు ఒకదానికొకటి తాకుట

వలన జనించు ద్రవ్యగుణవికారము. అందుచే దీనిని సంసర్గ విద్యుత్తు అనుట మెరుగు.

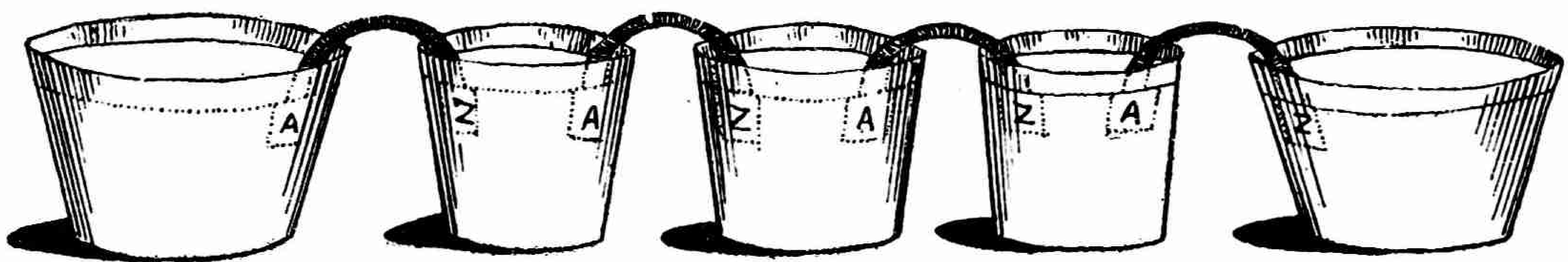
బోలోన్యా యూనివర్సిటీయందు శారీరకశాస్త్రోపాధ్యాయుడైన లూగీ గాల్వనీ (1737-98) కప్ప కళేబరమును కోసి పరీక్షించు సందర్భమున దాని కాలి కండరములు కంపించుట చూచి చకితుడయ్యెను. ఈ కంపనమునకు కారణముల తెలిసికొనుటకు గావించిన మరికొన్ని ప్రయోగములవలన విద్యుదాఘాతఫలము ఈ కంపనమని గాల్వనీకి విశదమైనది. ఈ విద్యుదాఘాత మెట్లు ఆవిర్భవించినది అను ప్రశ్నకు రెండే సమాధానములు సంభావ్యములని గాల్వనీకి తట్టినది. అది కప్పశరీరమందున్న విద్యుత్తు పైకి స్ఫురించినదైన యుండవలయును. లేదా, కళేబరావయవముల విచ్ఛేదనకై తను వాడుక చేయుచున్న పరికరములందలి భిన్నధాతువుల సంసర్గముచే ఎట్లో జనించినదియైన కావచ్చును. ఈ రెండుపక్షాంతరములమధ్య నిర్ణయమునకు తగిన ప్రయోగఫలితము గాల్వనీకి వశము కాలేదు. కాని, మొదటిపక్షమునే అనగా ఆ విద్యుత్తు జంతుసంబంధమై యుండవచ్చు నన్నపక్షమునే గాల్వనీ అంగీకరించెను.

ఈ సంఘటన యథార్థవివరణమును చేయగలిగినవాడు ఆలిసాండ్రోవోల్టా (1745-1827) అను ఇటలీ దేశస్థుడు. గాల్వనీ కావించిన ప్రయోగములు వోల్టా కుతూహలమును ఆకర్షించినవి. ఈయన వాటిని మరల స్వంతముగా కావించి, గాల్వనీకాంచిన ఫలితములను రుజువుచేసెను. మొదట గాల్వనీ ఇచ్చిన వివరణ వైపునకే ఈయన బుద్ధి కూడ తూగినను, మరికొన్ని ప్రయోగములు చేసిన తరువాత గాల్వనీ ప్రయోగములలో భిన్నధాతువుల సంసర్గము కారణముగా విద్యుత్తు జనించినదను నిష్కర్షకు వచ్చెను. నిష్కర్షకు వచ్చుటయేకాదు, అట్టి భిన్నధాతుసంసర్గ వ్యూహము నొకదానిని నిర్మించి దానినుండి విద్యుత్తును సంపాదించెను. దీనికే వోల్టాపేర్పు అని పేరు. వెండిబిళ్ల, దానిపై జింకుబిళ్ల, దానిపై మరల వెండిబిళ్ల ఇట్లు ఏకాంతరముగా 30 వెండిబిళ్లలు, 30 జింకుబిళ్లలు, ప్రతి రెండుబిళ్లలకు మధ్య ఉప్పునీటితో తడిపిన వత్తు కాగితపు ముక్కలు అమర్చిన ఈపేర్పులో మీదనున్న వెండిబిళ్లకు,




వోల్టాపేర్పు
ఇందులో A అను గుర్తుగలవి వెండిబిళ్లలు,
Z అను గుర్తుగలవి జింకు బిళ్లలు.
ప్రతి బిళ్ల మధ్యను ఉప్పునీటితో తడిపిన వత్తుకాగితపు వర్తులములు కలవు.

అన్నిటికీ క్రిందనున్న జింకుబిళ్లకు ప్రత్యేకముగా నతికించి రెండు వేరువేరు తీగెలుండును. ఈ రెండుతీగల కొనలే విద్యుత్తునకు ప్రభవస్థానము. ఈపేర్పు తరువాత పై పటములో చూపినట్లు గిన్నెలకూర్పుక్రింద మారినది. ఈ గిన్నెలవరుసలో మొదటిదానిలో నొక చేయి, ఆఖరు దానిలో నొకచేయియు ఉంచిన అవేక్షకుడు విద్యుదాఘాతమును అనుభవించునని వోల్టా నిరూపించెను,




వోల్టా గిన్నెలు
A అను గుర్తుగలవి వెండిరేకులు. Z అను గుర్తుగలవి జింకురేకులు.
ఈ గిన్నెలలో నింపినది ఉప్పుకరిగియున్న నీరు; రెండు చివరగిన్నెలలో రెండు చేతులుంచిన వైద్యుతాఘాతము సంభవించును.

గిన్నెలతో గావించిన ప్రయోగములలో ఆ గిన్నెలలో ఉంచిన లవణద్రావణము సాంద్రత ఎక్కువైన కొలది, విద్యుత్ప్రవాహతీక్ష్ణత ఎక్కువగుట వోల్టా కనిపెట్టెను.

వోల్టా పేర్పునిర్మాణము ఇంగ్లండు, ఫ్రాన్స్ దేశములందు శాస్త్రలోకములో మహత్తరమైన కుతూహలమును రేపినది. వోల్టాను నెపోలియన్ చక్రవర్తి ఆహ్వానించి బహూకరించెను. నాటి శాస్త్రలోకముపై వోల్టా పరికరము నెరపిన ప్రభావము అపరిమితము. 19 వ శతాబ్దపు అంతమున ఆంట్వాన్ అంరి బెక్రెల్ (1852-1908) కావించిన రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల ఆవిష్కరణమువరకు దీనికి సమానమైనది శాస్త్రలోకమున సంఘటిల్లలేదు.

నికల్సన్, కార్లైల్ అను ఇద్దరు లండను నగరరాయల్ సొసైటీ సభ్యులు వోల్టాపేర్పు నొకదానిని నిర్మించి, దానితో నీటిలోనికి విద్యుత్ప్రవాహమును పంపించి నీటిని ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్‌ల క్రింద రాసాయనికముగా విచ్ఛేదింపగలిగిరి. ఈ సంఘటనను అవగాహించుకొనుటకై శాస్త్రాభ్యాసకులు లేవదీసిన ప్రశ్నలు, భౌతికరాసాయనికశాస్త్రములో ప్రధానశాఖయగు విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావణశాస్త్రమునకు ప్రస్తావబీజములైనవి.

**అయస్కాంతత్వము :** 17వ శతాబ్దమున గిల్బర్ట్ అయస్కాంతశాస్త్రమునకు నిష్కృష్ట ప్రయోగములను ఆధారము చేసికొని ఉపోద్ఘాతమును రచించెను. అయస్కాంతము ఇనుమును ఎందుకు ఆకర్షించునను ప్రశ్నకు ఆ శతాబ్దపు పండితులు సమాధానములు అనేకములను ఇచ్చిరి. విద్యుత్‌సంఘటనల వివరణయందువలె అయస్కాంతికగుణము సూక్ష్మద్రవముల ప్రభావము వలన కలుగునను వాదములు ప్రబలినవి. ఆ ద్రవములు కొందరు రెండని, కొందరు ఒకటే అని వాదించిరి. ఈ ద్రవములకు ఉద్గారములు అని పేరు.

18 వ శతాబ్దమందు కృత్రిమముగా పెద్ద అయస్కాంతములు నిర్మించుటకు వీలైన తరువాత అయస్కాంతాకర్షణ, అపకర్షణ సంఘటనల అనుశీలన ప్రాయికమైనది. అయస్కాంతాన్వేషణయందు మరికొన్ని క్రొత్త సంఘటనలుకూడ బయలుపడినవి. ఇనుము కాక మరికొన్ని ధాతువులుకూడ అయస్కాంత ప్రభావమునకు లోనగునని తెలిసినది. ఆ ప్రభావము అన్ని పక్షములలోను ఆకర్షణగాయుండ నక్కరలేదన్న సంగతికూడ తెలిసినది. నికెల్, కోబాల్ట్ ధాతువులు అయస్కాంతముచే ఆకర్షించబడుటయు బిస్మత్తు, ఆంటిమోని ధాతువులు అపకర్షింపబడుటయు ఇందుకు దృష్టాంతములు. మెరుపువలన ఇనుమునకు అయస్కాంతగుణము సంక్రమించుటకూడ ఈ శతాబ్దమందు పరిశీలనా విషయమైనది.

తనచే నిర్మితమైన మోటన తులాయంత్ర సహాయమున ప్రయోగపూర్వకముగా విద్యుదాకర్షణ బలనియమమును స్థాపించిన కూలామ్ విజ్ఞానియే, ఆ మోటన తులాయంత్ర సహాయముననే, అయస్కాంత ఆకర్షణ, అపకర్షణ బలనియమమునుకూడ ప్రయోగరూఢము గావించెను. ఈనియమము కూడ విలోమదూరవర్గ నియమముగనే పరిణమించినది.

దిక్సూచియందగుపించు ఆగంతుక వికారముల పరిశీలన ఈ శతాబ్దమునందే ప్రారంభమైనది. ఈమార్పులు ప్రదేశమును బట్టియే కాక రోజురోజునకు వేరుగనుండునని కూడ కనిపెట్టిరి. అదియేకాక ధ్రువజ్యోతిర్మేఘముల ప్రవృత్తికిని, దిక్సూచి ప్రవృత్తికిని గల సంబంధము ఈ శతాబ్దమందే తొలిని పరిశీలనావిషయమైనది:

వివిధ స్థలములలో భిన్నకాలమందు భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రతీక్ష్ణత ఎట్లు మారునో అను విషయమును గురించినపరీక్ష 18వ శతాబ్దపు అంతమున ప్రారంభమైనది. మే. వ. స.

# భౌతిక విజ్ఞానము - 19 వ శతాబ్దము

17 వ శతాబ్దము ప్రతిభాయుగమనియు, 18 వ శతాబ్దము గణితశాస్త్రీయ సమర్థనయుగ మనియు తెలిసికొంటిమి. 19 వ శతాబ్దమును ఇట్లే ఒక్కమాటతో వర్ణించవలెననిన దానిని విప్లవయుగమని చెప్పవచ్చును. 18 వ శతాబ్దమున వెలుగు చూచిన వాదములన్నియు ఈ శతాబ్దమందు నిరస్తములైనవి. మొదట ఉష్ణత ద్రవ్యము అను వాదము పరాహతమై, దాని నిజస్వభావముద్రవ్యాణువుల చలనమేయని ప్రయోగపూర్వకముగ స్థాపితమైనది. ఇటులనే, విద్యుత్‌సంఘటనల వివరణకై 18 వ శతాబ్దమందు కల్పితమైన కాచవిద్యుత్తు, లక్కవిద్యుత్తువంటి నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవములను గూర్చిన ఊహలును సరికావని తేలినది. వాటిలో ఒక్క ఈతర్ మట్టుకు నిలచినది. ఏలయన, విద్యుత్ సంఘటన లన్నియు ఈతర్ అను నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవ్యకణముల స్పందన ప్రకారములు అను సిద్ధాంతము ఈ శతాబ్దమందు పోషింపబడినది. ఇట్లే అయస్కాంత సంఘటనల వివరణకు కల్పితమైన అయస్కాంతకోద్గార వాదము కూడ కృశించినది.

19 వ శతాబ్దమందు ప్రకటితమైన ప్రధానశాస్త్ర విజయములు చాలమహత్తరమైనవి మూడుగలవు. అందు మొదటిది ఉష్ణతాశక్తికిని, యాంత్రిక శక్తికినిగల సంబంధమును

తెలియజేయు నియమము. దీనిని జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ జౌల్ అను ఆంగ్లేయ భౌతికశాస్త్రవేత్త ప్రయోగపూర్వకముగా స్థాపించెను. ఒక "నిర్దిష్ట ఉష్ణతాశక్తి రాశిని జనింపజేయుటకు మరియొక నిర్దిష్ట యాంత్రికశక్తి రాశి ఆవశ్యకము" అని ఈ నియమము తెలియజేయుచున్నది. ఈ నియమము హెల్మ్‌హోల్ట్స్ చేతులలో శక్తి శాస్త్ర ప్రథమ నియమముగా రూపొందినది (చూ. శక్తి శాస్త్రము). శక్తిశాస్త్రపు రెండవ నియమము కూడ 19 వ శతాబ్దమందు కనుగొనబడినదే. జేమ్స్‌వాట్ చే నిర్మితమైన స్టీమ్ యంత్రపు కార్యదక్షతను విశదీకరించుటకు సాదీ కార్నో ఈ రెండవనియమమును స్థాపించెను. వేడిమి హెచ్చు తాపక్రమమునుండి తక్కువ తాపక్రమమునకు ప్రవహించునపుడే పనిచేయగలదనియు, ఆ పనియొక్క పరిమాణము ఈ రెండు తాపక్రమముల భేదమునుబట్టి యుండుననియు కార్నో సూత్రము తెలియజేయును.

రెండవ విజయమును ఫారడే, అర్‌స్టెడ్ సాధించిరి. అయస్కాంత క్షేత్రము, విద్యుత్తుక్షేత్రము ఈ రెండిటి యందు దృష్టమగు ఆకర్షణ, అపకర్షణ బలనియమముల సామ్యము 18 వ శతాబ్దము నందే స్థాపించబడినది. ఆ సామ్యము విద్యుచ్ఛక్తికి, అయస్కాంతశక్తికి మధ్యగల సన్నిహిత సంబంధమును సూచించినది. ఆ సంబంధము 19 వ శతాబ్దమున స్థాపితమైనది. అది ఏదన, ప్రవాహ విద్యుత్తుచుట్టు అయస్కాంతక్షేత్ర మొకటి ఏర్పడును; అయస్కాంత క్షేత్రమందు చలించు తీగెలో విద్యుత్ ప్రవాహము జనించును.

మూడవ విజయము మాక్స్‌వెల్ సంపాదితము. ఈయన విద్యుత్ క్షేత్రమునకు, అయస్కాంత క్షేత్రమునకుగల అన్యోన్య సంబంధమును గణితశాస్త్రరీతిని వివరించెను. ఈ రెండు క్షేత్రములును ఒకదానితో నొకటి పెనగొని అంత రాళమందు తరంగరూపమున ప్రసరించుననియు, ఆ తరంగ ప్రసరణవేగము కాంతి తరంగవేగముతో ఏకీభవించుచున్నదనియు ఈయన ఈ వివరణలో కనిపెట్టెను. ఈ తాదాత్మ్యమునుండి కాంతి, విద్యుదయస్కాంత సంఘటన యని నిరూపించుచు, మూడు వేరువేరు శక్తిరూపములును అనగా కాంతి, విద్యుత్తు, అయస్కాంత శక్తులు ఒకే స్పందశక్తియొక్క ప్రకారములు అను నిష్కర్షకు వచ్చెను.

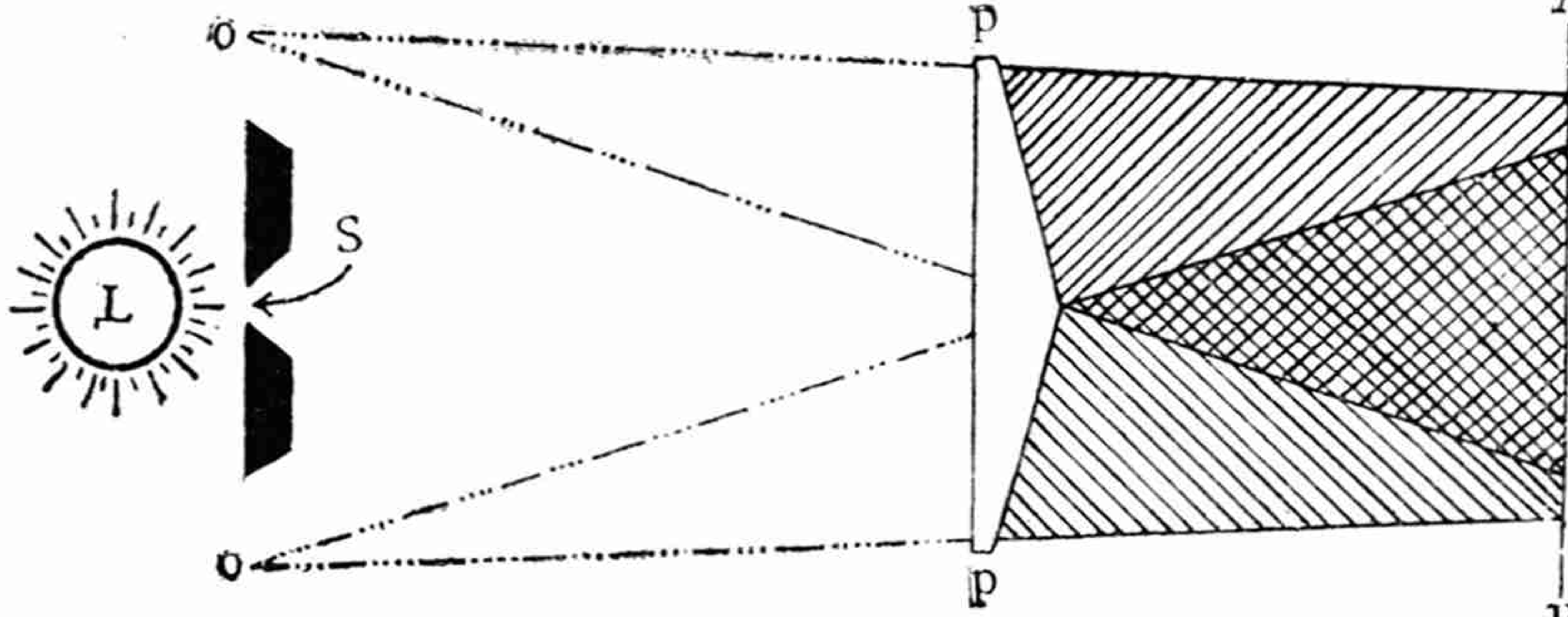
చలదణు సిద్ధాంతము : మూలద్రవ్యాణువు సంయుక్తమని జాన్ డాల్టన్ పరమాణువాదమును సమర్థించిన ఆవాగాడ్రో కల్పనయందు స్పష్టమైనది. ఇంకొక విధముగా కూడ అణువు సంయుక్తమని ఊహించుటకు అవకాశమున్నది. డాల్టన్ పరమాణువు సావయవము (అనగా అంగ సహితమైనది) కాదు గనుక స్థితిస్థాపక గుణము దీనికి లేదు. కాని, వాయువుల గుణమునుబట్టి చూచినచో వాయుకణములు ఒకదానితో నొకటి ఢీకొనుటయందు వాటి మొత్తము గతిశక్తిలో ఎట్టి నష్టమును ఉండదు. కాబట్టి, ఈ కణములు స్థితిస్థాపక గుణము కలవి యని యూహింప వలసి యుండును. కాని, పరమాణువు స్థితిస్థాపకగుణము కలది కాదు కనుక, వాయుకణములు పరమాణుకూటములై యుండవలసినట్లు శాస్త్రజ్ఞులు భావింపదొడగిరి. ఈ భావమును క్లాసియస్, మాక్స్‌వెల్ శాస్త్రజ్ఞు లిరువురును కూడ వాయువుల గతిసిద్ధాంతమును స్థాపించుటకు స్వీకరించిరి (చూ. అణుచలన సిద్ధాంతము - అకారాది).

కాంతి : 17 వ శతాబ్దములో న్యూటన్, హైగెన్జ్ శాస్త్రజ్ఞు లిరువురునుగూడ కాంతిప్రసరణవిషయమై తాము ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతముల సహాయమున, ఆనాటికే తెలిసియున్న కొన్ని ప్రయోగఫలితములను విశదీకరింపలేక పోయిరి. ముఖ్యముగా న్యూటన్ వలయములు, ద్వివక్రీభవనసంఘటన ఇందులకు ఉదాహరణములు. న్యూటన్ శాస్త్రజ్ఞుని కణసిద్ధాంతము లోపయుతమైనదని 17 వ శతాబ్దములో హైగెన్జ్ శాస్త్రజ్ఞుడును, 18 వ శతాబ్దములో ఫ్రాన్క్‌లిన్, లెవాన్‌హార్డ్ ఆయిలర్, ప్రభృతులును సూచించిరి. కాని, న్యూటన్ పండితుని ప్రతిభ, ప్రఖ్యాతి హైగెన్జ్ ప్రతివాదమును నెగ్గనీయలేదు. న్యూటన్ చనిపోయిన తరువాత రమారమి డెబ్బదిసంవత్సరములకు 19 వ శతాబ్దములో పలుచని పొరలయం దగపడు వర్ణములను విశదీకరించుటకై 'మిథోఘట్టనము' (చూ. అకారాది) అను కాంతి సంఘటనను ప్రతిపాదించి దానిని వివరించుటకై కాంతితరంగవాదమును యంగ్ విజ్ఞాని (1773 - 1829) పునరుద్ధరించెను. అంతటినుండియు కాంతికణవాదప్రాభవము క్రమముగా సన్నగిల్ల జొచ్చినది.

యంగ్ విజ్ఞాని తన సిద్ధాంతము ప్రాయోగికముగ రుజువుపరుచుటచే లండన్ రాయల్ సంఘమువారు తమ విజ్ఞానసంచికలో ఆయన పరిశోధనపత్రమును ప్రచురించిరి. కాని, విజ్ఞానలోకమంతయు ఏకగ్రీవముగ ఆనాడు ఆయన సిద్ధాంతమును ఆమోదింపలేదు. న్యూటన్ వలయములను కూడ కాంతిమిథోఘట్టనసంఘటనద్వారా కాంతితరంగ సిద్ధాంత సహాయమున యంగ్ విజ్ఞాని విశదీకరించినను, అప్పటికిని ఆయనవాదమును ఎక్కువగ విశ్వసించినవారు లేకపోయిరి. పైగా, లార్డ్ బ్రౌహామ్ అనునతడు ఆ సిద్ధాంతమును తీవ్రముగ నిరసించుచు వ్యాసములనుకూడ ప్రచురించెను. పదునాలుగు సంవత్సరముల తరువాత ఫ్రెనెల్ (1788-1827) అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని తిరిగి ఆ సమస్యను

చేపట్టి అప్పటివరకును తెలిసిన కాంతిసంఘటనల నన్నిటిని తరంగసిద్ధాంత సహాయమున అతిసామర్థ్యముతో విశదీకరించి, ఆసిద్ధాంతమును రూఢమొనర్చెను. అంతటినుండి 20 వ శతాబ్దములో శక్తి కణ (క్వాంటం) సిద్ధాంతము బయలుదేరు వరకును కాంతి తరంగ వాద ప్రామాణ్యమును శంకించిన వారు లేరు.

మిథోఘట్టనసంఘటనపై యంగ్ విజ్ఞాని పరిశోధనలు చేసి 1801 లో నొక విజ్ఞానపత్రమునుగూడ ప్రచురించినట్లు ఫ్రేనెల్ కు తెలియదు. ఒక బిందువునుండి అపసరించిన కాంతికిరణముల కడ్డముగా సన్ననితీగె నొకదానిని నిట్ట నిలువుగా పెట్టి, అక్కడనుండి వచ్చిన కాంతికిరణములను ఒక తెర పై పడునట్లు చేసినచో ఆ తీగెయొక్క ఛాయ కిరువైపులనుకాంతి పట్టీలు పర్పడినట్లు గ్రిమాల్డి కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగము నే ఫ్రేనెల్ తిరిగి చేయుచు తీగె కొకప్రక్కనుండి ప్రసరించు కాంతి కిరణములను అవి తెరను చేరుకొనుటకు పూర్వమే నిరోధింపగా, తీగెకు ఇరుప్రక్కల ఈసారి దళములు ఆయనకు కానరాలేదు. దీనికి కారణము అక్కడ కాంతి కిరణములు మిథోఘట్టనమును చెందుటకు అవకాశములేకపోవుటయే. ఆతరువాత ఫ్రేనెల్ సమస్థితిలోనున్న రెండుతరంగములు ఒకదానితో నొకటి కలిసికొనినప్పుడు గ్రిమాల్డి కనుగొనినట్టి దళములవంటివే సంభవించునని చూపించుటకుగాను సమస్థితిగల రెండు ఏకజాతి తరంగములను ఉత్పత్తిచేయుటకై పై పటములో చూపినమాదిరి ద్విపట్టకము (డబుల్ ప్రిజమ్) నొకదానిని ఉపయోగించెను. మిథోఘట్టనసంఘటనను ప్రదర్శించుటకై ఈపరికరసాహాయముతో ఫ్రేనెల్ గావించిన పరిశోధనలు చారిత్రకప్రసిద్ధిని గాంచినవి. వాటి వలననే తరంగ వాదమునకు స్థిరత్వము చేకూరినది. కాంతి తరంగ వాదమునకు బలమైన సమర్థనము కాంతి ధ్రువీకరణము నందు గావించిన పరిశోధనలవలనకూడ ఒనగూడినది.




L కాంతిప్రభవస్థానము. L నుండి ద్విపట్టకముపై పడు కాంతి, ద్విపట్టకపు అంచుచే రెండు సమభాగములుగా భాగించబడును. అట్టి పరిస్థితులలో పట్టకపు పై భాగముపై పడు కిరణము వక్రీకృతమై పై O వద్దనుండి వచ్చునట్లు కనుపించును; అట్లే క్రిందిభాగముపై పడు కిరణము క్రింద O నుండి వచ్చునట్లు అగుపించును. ఈ రెండు కిరణములకును సామాన్యముగా నున్న R అను క్షేత్రమునందు మిథోఘట్టన సంఘటనచే చారలు కనుపించును.

కాంతి ధ్రువీకరణసంఘటనను మొట్టమొదట 17 వ శతాబ్దములో హైగెన్జ్ శాస్త్రజ్ఞుడు బయలుపెట్టెను. ఆతడు రెండు ఐస్‌లాండ్‌స్పార్ స్ఫటికములను (ఇవి రాంబోహెడ్రన్ పద్ధతినున్న కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ స్ఫటికములు) తీసికొని వాటి అనురూపముఖములు ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగ నుండునటుల ఒక స్ఫటికముపై మరియొక స్ఫటికమును పెట్టి, ఆ స్ఫటికములగుండా కాంతికిరణపుంజమును పంపించెను. ఐస్‌లాండ్‌స్పార్ స్ఫటికముగుండా ప్రసరించు కాంతికిరణము ద్వివక్రీభవనమునకు లోనగును. కాబట్టి, ఆ కాంతికిరణపుంజము రెండుగా చీలి సరళమార్గమున రెండు స్ఫటికములగుండా ప్రసరించును. కాని, స్ఫటికములను పైమాదిరిగాగాక ఒకదానికొకటి అడ్డముగా అమర్చి వెనుకటివలెనే వాటిగుండా కాంతికిరణ పుంజమునుపంపించినచో అది మొదటిస్ఫటికములో రెండుగను, తిరిగి రెండవ స్ఫటికములో ఒక్కొక్కటి రెండేసిగను చీలుచున్నది. కాగా, స్ఫటికములను ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగ ఏర్పరచినపుడు మొదటిస్ఫటికమందు రెండుగచీలిన కాంతికిరణములు తిరిగి రెండవ స్ఫటికములో రెండుగా ఎందుకు చీలకపోయినవో హైగెన్జ్ చెప్పలేక పోయెను.

ఆ తరువాత ధ్రువీకరణముచెందిన కాంతిని ప్రత్యేకించు పద్ధతిని మాలుస్‌విజ్ఞాని (1775 - 1812) 1808 లో కనుగొనిన పిమ్మట ధ్రువీకరణసంఘటననుగూర్చి విపులముగ పరిశోధనలు సాగించుటకు వీలుపడినది. ఆ సమయముననే బియో విజ్ఞాని (1774 - 1862) పలుచని స్ఫటికపుపలకల యందు కాన్పించు రంగులను గూర్చి పరిశోధనల నొనర్చుచు, కొన్నిపరిస్థితులందు మాత్రమే ధ్రువితకిరణములు మిథోఘట్టన నొందినప్పుడు, స్ఫటికములందు రంగులు గోచరించుచున్నవని కనుగొని, తన పరిశోధనఫలితమును కాంతి కణవాద సహాయముననే సమర్థించెను. అయితే, అట్లు

సమర్థించుటయందు అయన క్లిష్టమైనగణితమును ఉపయోగింపవలసివచ్చెను. ఈ ప్రయోగఫలితమును కొంతసులువుగా తమ సిద్ధాంతసహాయమున వివరించుటకు కాంతితరంగ వాదులుకూడ ప్రయత్నించిరి. కాని, అది వారికి సులభముగా సాధ్యముకాలేదు. ఆ తరువాత రమారమి ఆరు సంవత్సరములు గాఢముగ యోచించిన పిమ్మట యంగ్ విజ్ఞానియే తొలుదొలుత ఆ సంఘటనకు కాంతి తరంగవాదమున వివరణ మొసంగెను.

శబ్దతరంగములవలెనే కాంతితరంగములు కూడ అనుదైర్ఘ్యతరంగములని యంగ్ విజ్ఞానికి పూర్వము కాంతి తరంగవాదమును ఆమోదించిన శాస్త్రజ్ఞులు సైతము అభిప్రాయపడుచుండిరి. ఈ అభిప్రాయమును మార్చి కాంతి తరంగములు తిర్యక్ తరంగములని యంగ్ విజ్ఞాని ప్రతిపాదించెను. అట్టి సందర్భములో కాంతి గమించుదిశకు అనేక లంబతలములలో ఈతర్ యానకమందలి కణములు చలించుటకు అవకాశమున్నది. ఇట్లు యానకమందలి కణములు అన్నిలంబతలములందునుగాక ఏదో ఒక నిర్దిష్ట లంబతలముననే చలించుట సంభవించినపుడు ఆ కాంతికిరణము ధ్రువనమును పొందినదందురు. ఇట్లు ధ్రువనముపొందిన కిరణములలో సరూపతలమున ధ్రువనముపొందిన కిరణములు మాత్రమే మిథోఘట్టన మొందగలవు, గాని పరస్పరము లంబముగా నున్న తలములలో ధ్రువనమును పొందిన కిరణముల విషయమై మిథోఘట్టన సంఘటన గోచరించదు. ఈ యూహా నుపయోగించియే 1811 లో ఆరాగో ధ్రువితమైన తెల్ల వెలుతురు స్ఫటికముగుండ ప్రసరించినపుడు కనుపడు రంగులను వివరించగలిగెను (చూ. ధ్రువీకరణము).

యంగ్ విజ్ఞాని ఒసంగిన ఈ వివరణమును ఫ్రెనెల్ విజ్ఞానికూడ స్వతంత్రముగ కనుగొనెను. కాని, యాంత్రిక శాస్త్ర (మెకానిక్స్) సూత్రములతో తన ప్రతిపాదనను సమన్వయింపలేకపోవుటచే దానిని ప్రచురించుటకు ఆయనకు ధైర్యము చాలకపోయినది. ప్రదేశమందంతటను నిండి ఉన్న ఈతర్ స్థితిస్థాపకత్వముగల ప్రవాహియే గాని, దార్ఢ్యతలేనిదగుటచే అది అనుదైర్ఘ్యతరంగములనేగాని తిర్యక్ తరంగములను ప్రసరింపచేయలేదని ఆయన యూహించి తన వాదమును ప్రచురింపకుండ మిన్నకుండెను.

కాంతివాదములలో కణవాదము నిర్దుష్టమైనదా, తరంగవాదము నిర్దుష్టమైనదా యను సమస్యయే తేలకుండ యున్నసమయమున కాంతితరంగములు తిర్యక్ తరంగములని యంగ్, ఫ్రెనెల్ ప్రభృతులు వచించుటతో తరంగవాదులలో తరంగవాదులకు వివాదములు వచ్చినవి. ముఖ్యముగ తరంగవాదమును బాగుగ సమర్థించుచున్న ప్వాసాయిల్ విజ్ఞాని (1781 - 1840) కాంతితరంగములు తిర్యక్ తరంగము అను అభిప్రాయమును అంగీకరింపలేకపోయెను. కాని, ధ్రువీకరణము, ద్వివక్రీభవనము, స్ఫటికములందలి వర్ణములు ఆదిగాగల సంఘటనలను కాంతి తరంగములు తిర్యక్ తరంగము అను వాదసహాయమున యంగ్, ఫ్రెనెల్ ప్రభృతులు చక్కగా వివరింపగలుగుటచే ఆ తరువాత ఎందరికెన్నెన్ని అనుమానములున్నను కాంతి తరంగవాదపు పునాదులుమాత్రము స్థిరపడినవి.

ఇంచుమించుగా ఆ సమయముననే కాంతికణవాదమును ప్రతిఘటించి కాంతి తరంగవాదమును నిలబెట్టిన ప్రయోగ నిదర్శన మొకటి సమకూరినది. కణవాదమును, తరంగవాదమును కూడ శూన్యములో కాంతియొక్క వేగమునకును, ద్రవ్యయానకములో కాంతియొక్క వేగమునకును వ్యత్యాస మున్నదని అంగీకరించును. కాని కణవాదము ప్రకారము న్యూటన్ ఆకర్షణబల సూత్రానుసారముగ కాంతి ద్రవ్యకణములచే ఆకర్షింపబడుటచే శూన్యమునందుకంటె ద్రవ్యయానకములో కాంతియొక్క వేగము ఎక్కువగ ఉండవలెను. తరంగవాదరీత్యా శూన్యమంటుకంటె ద్రవ్య యానకములో నిరోధ మెక్కువగుటచే కాంతితరంగముల వేగము తక్కువగ ఉండవలెను. కాగా, ఫ్రెనెల్ కావించిన ప్రయోగములలో తరంగవాద ప్రామాణ్యమును నిరూపించు ఆధారములు కొన్ని దొరికినవి. ముఖ్యముగ మిథోఘట్టన పట్టికలను ఏర్పరచిన యంగ్ విజ్ఞాని మిథోఘట్టనము నొందు రెండు తరంగములలోను ఒక తరంగమార్గమునందు గాజుఫలకమును జొన్పినచో ఆ పట్టికలు కొద్దిగా జరిగినట్లు ఫ్రెనెల్ విజ్ఞాని గుర్తించెను. దీనినిబట్టి కాంతితరంగములు వేర్వేరు యానకములలో ప్రసరించినప్పుడు వాటివేగములో మార్పువచ్చునని విశదమైనది. కాని, ఏ యానకములో దాని వేగము హెచ్చో 1850 లో గాని విశదముకాలేదు. అంతకుపూర్వము 1842 లో ఆరాగో విజ్ఞాని సూచనలను ఆధారముగా గొని 1850 లో ఫోకోల్ట్ విజ్ఞాని (1819 - 68) భ్రమణదర్పణసహాయముతో గాలిలోను ; నీటిలోను కూడ కాంతివేగమును నిర్ణయించెను. ఈ పరిశోధనలవలన ఒక యానకములో కాంతియొక్క వేగము ఆ యానకముయొక్క వక్రీభవన గుణకమునకు విలోమ నిష్పత్తిలో ఉండునని విదితమైనది. ఆరీతిగా కాంతియొక్క వేగము శూన్యమునందుకంటె ద్రవ్యయానకమునందు తక్కువ యని నిరూపితమగుటచే కాంతి తరంగవాదము సత్యమనియును, కాంతికణవాదము సత్యేతర మనియును తెల్లమైనది.

ప్రదేశమందంతటను నిండి ఈతర్ ఉన్నదని కాంతి తరంగవాదమున కాధారముగా హైగెన్జ్ విజ్ఞాని ఊహించెను. ఈ ఈతర్ స్థితిస్థాపకత్వము గల ప్రవాహి యని యంగ్, ఫ్రేనెల్ శాస్త్రజ్ఞులనాటి వరకును విజ్ఞానులందరును భావించుచుండిరి గాని, కాంతి తరంగములు తిర్యక్ తరంగములని ఆ విజ్ఞానులు నిరూపించుటతో స్థితిస్థాపకత్వముగల ప్రవాహి అనుదైర్ఘ్యతరంగములనే గాని తిర్యక్ తరంగములను ప్రసరింపనీయలేదు గాన, దానిని దార్ఢ్యముగల ఘనద్రవ్యయానకముగా పరిగణింపవలసి వచ్చినది. కాని, ప్రదేశమందంతటను నిండి అట్టి ఘనద్రవ్యయానక మున్నదని ఊహించుట కష్టము. అట్టి యానకమేగాని ఉన్నచో ప్రదేశములో అనవరతముగ ఖగోళములు సంచరించుటకు వీలులేదు. ఇట్టిస్థితిలో అర్ స్టెడ్, ఫారడే విద్యుత్తుశాస్త్రపరిశోధనలను ఆధారముగ జేసికొని స్థితిస్థాపకత్వముగల ప్రవాహియందు జరుగు విద్యుదయస్కాంతసంక్షోభమే కాంతి అనియును, ఈ సంక్షోభము తిర్యక్ తరంగములుగ ప్రవహించుచున్న దనియును మాక్స్వెల్ విజ్ఞాని గణితశాస్త్రరీత్యా నిరూపించెను.

వర్ణమాల శాస్త్రము—పట్టకముగుండా ప్రసరించిన తెల్లని సూర్యకాంతి ఏడువర్ణములుగా విడివడినట్లు న్యూటన్ 1666 లో కనుగొనుటతో వర్ణమాలశాస్త్రము ఆవిర్భవించినది, ఆ తరువాత1802లో వూలాస్టన్ (1766-1828)అనుఇంగ్లీషు వైద్యుడు నిలువుగానున్న సన్ననిచీలిక గుండా ప్రసారితమైన సూర్యకిరణముల వర్ణమాలను పరిశీలించి ఆ వర్ణమాలయందు నిలువుగా నిడుపాటి చీలికకుసమానాంతరదిశలో ఏడు నల్లని రేఖలను కనుగొనెను. అయితే, ఈ నల్లని రేఖలు సూర్యవర్ణపటములో ఏల గోచరమగుచున్నవో వివరించుటకు వూలాస్టన్ ప్రయత్నించలేదు. దానిని తరువాత చేపట్టినమహావిజ్ఞాని జర్మనీ దేశస్థుడగు జోసెఫ్ ఫ్రాన్ హోఫర్ (1787-1826). సూర్య వర్ణమాలపటమున నిలువుగ నల్లనిరేఖలు ఉన్నవని వూలాస్టన్ కనుగొనినట్లు ఫ్రాన్ హోఫరునకు తెలియదు. కటకములను తయారుచేయుటలోను, వానికి మెఱుగుపెట్టుటలోను ఆయన సిద్ధహస్తుడు. కచ్చితమైన అవర్ణకటకములను పరికల్పించుటకై చేయుచున్నకృషిలో నిర్దిష్టమైన వేర్వేరు వర్ణములకు ఆ గాజుయొక్క వక్రీభవన గుణకమును నిర్ణయించు సందర్భమున కొవ్వువత్తిజ్వాల యొక్క వర్ణమాలపటమునందు పసుపువర్ణభాగములో రెండు కాంతివంతములైన రేఖలను గాంచెను. ఆ తరువాత కొన్నికొన్ని తైలజ్వాలలు వర్ణమాలపటములందు కూడ సరిగా అదే ప్రదేశమునందు ఆ రెండు కాంతివంతమైన రేఖలును కానవచ్చుటచే ఆ సంఘటన ఆయనకు ఆశ్చర్యమును కలిగింప సూర్యవర్ణమాలపటమునందు కూడ ఆయా స్థానములందు అట్టి కాంతిమంతమైన రేఖలు గోచరించునేమో యని పరీక్షించు కుతూహలముతో సూర్యకాంతిని ఉపయోగించి ప్రయోగము చేసెను.

ఫ్రాన్ హోఫర్ తన ఈ ప్రయోగమునందు న్యూటన్ ప్రభృతు లొనర్చినట్లుగా పట్టకమునుండి వెలువడినకాంతిని తెరపై పడనీయక తిన్నగా దూరదర్శనిచేతనే పరీక్షించెను. ఈ పరీక్షఫలితముగా ఆయన కాంతిమంతమైనవి గాక కాంతిశూన్యములైన గీతలు పెక్కును సూర్యవర్ణమాలాపటమునందు కనుగొనెను. వేర్వేరు పట్టకముల నుపయోగించియును, సూర్యకిరణములను కేంద్రీకరించు కుంభకటకములను కూడ మార్చియును ఆయన అనేక ప్రయోగములు చేసెను. కాని, ఆ ప్రయోగములన్నిటియందును సూర్యవర్ణమాలాపటమునందలి ఆయా రేఖలు వాటి నిర్దిష్టస్థానములందు కానవచ్చుటచే ఆ నలుపురేఖలు సూర్యవర్ణమాలపటములో స్థిరముగా నున్నవని ఆయన విశ్వసించెను. ఈ రేఖలు కనబడుటకు కారణము సూర్యకిరణములందు కొన్ని రంగులకిరణములు లోపించిఉన్నవనియును, అట్లు లోపించిఉన్న కిరణముల స్థానములో సూర్యవర్ణమాలపటమునందు నల్లనిరేఖలు గోచరించుచున్నవనియును ఆయన ఊహించెను. ఫ్రాన్ హోఫర్ యొక్క ఈ ఊహ సరియైనది కానప్పటికిని ఆయన మాత్ర మా రేఖల ప్రాముఖ్యమును గుర్తించెననుటకు సందియములేదు. ఆ రేఖల సహాయమున ఏ వర్ణపుకాంతికి ఏ ఏ గాజు ఎంతెంత వక్రీభవనగుణమును కలిగియున్నదో కచ్చితముగా కనుగొనవచ్చునని ఆయన గ్రహించి, సూర్యవర్ణమాలపటమును నిశితపరిశోధన మొనర్చి సుమారు 700 రేఖలను గుర్తించి అవి సూర్యవర్ణమాలపటమునందే స్థానములలో కనబడునో పూర్తిగా శోధించెను. ఈ రేఖలలో స్ఫుటముగ కనబడు 8 రేఖలను ఆయన విడదీసి వాటిలో ఎర్రరంగునందు కనబడు రేఖకు B అనియును, అట్లే పసుపువర్ణమునందు కనబడు రేఖకు D అనియును, ఊదారంగునందు కనబడు రేఖకు H అనియునుకూడ నామకరణము చేసెను. ఈ రీతిగా సూర్యవర్ణమాలపటములోని నలుపురేఖలను గూర్చి ఎక్కువగా శోధన చేసిన మొదటి విజ్ఞాని ఫ్రాన్ హోఫర్ అగుటచే ఆ రేఖలకు 'ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖ' లని పేరు వచ్చినది.

ఫ్రాన్ హోఫర్ కేవలము సూర్యవర్ణమాల పటమునందలి నలుపురేఖలను గుర్తుపట్టుటయేగాక జాలకము (గ్రేటింగ్) అను పరికరసహాయమున ఆ రేఖల తరంగదైర్ఘ్యములనుకూడ సరిగా కొలచెను. జాలకము

నుపయోగించినవారిలో ప్రప్రథముడు ఈయనయే. ఆనాటి ఆయన జాలకములు సన్నని తీగెలతో తయారుచేయబడినవి. అట్టి జాలకము సహాయముతో ఆయన కనుగొనిన D రేఖయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము 0.00005888 సెం.మీ. ఈ పరిశోధనఫలితములను 1814 లో తొలుదొలుత ఫ్రాన్‌హోఫర్ ప్రచురించెను. కాని, ఆయన పరిశోధనల ఫలితముల ప్రాముఖ్యమును ఆనాటి శాస్త్రజ్ఞు లెవరును బాగుగా గుర్తించలేదు. ఈ పరిశోధనలయం దాయన కనుగొనిన నలుపురేఖలవలన ద్రవ్యముల సాపేక్ష విశ్లేషణసామర్థ్యమును కనుగొనుటకును, ఆ ఫలితమును ఉపయోగించి మంచి అవర్ణకటక సంయోగము తయారుచేయుటకును అవకాశము కలిగినది. అంతేగాక కాంతితరంగముల నిరపేక్షతరంగదైర్ఘ్యములను ఎట్లు కనుగొననగునో ఆయన చూపించెను.

సూర్యవర్ణమాల పటమునందు కాన్పించు నలుపు రేఖలనుగూర్చి ఫ్రాన్‌హోఫర్ గొప్ప కృషిచేసెను. కాని, ఆ రేఖ లేల కాన్పించుచున్నవో యను విషయమునుగూర్చి ఆయన యొసంగిన వివరణము సరియైనది కాదు. భౌతికశాస్త్రమందు వాటి ప్రయోజనము బహుళమనికూడ ఆనా డాయనకు పూర్తిగా తెలియదు. ఆ తరువాత 1822 లో సర్ జాన్ హర్షల్ విజ్ఞాని సారాయి (స్పిరిట్) దీపమునందు ధాతులవణముల నుంచి పట్టకముచే ఏర్పడిన ఆ దీపపు వర్ణమాలాపటమును పరిశీలించి కాంతిమంతమైన వర్ణరేఖలను కనుగొనెను. ఈ విషయము ఫ్రాన్‌హోఫర్ కికూడ తెలిసినదే. సారాయి దీపమునందు సోడియమ్‌లవణములను ఉంచినపుడు దాని వర్ణమాల పటమునందు కనపడు కాంతిమంతమైన రేఖలును, సూర్యపటమునందు అగపడు రెండు నలుపు D రేఖలును ఒకే స్థానమునం దుండెననికూడ ఆయన కనుగొనెను. కాని, సారాయి దీపమున ధాతులవణములను ఉంచినపుడు కనబడు కాంతిమంతమైనరేఖలకును, సూర్యవర్ణపటమునం దగపడు నలుపురేఖలకును గల సంబంధమును ఆయన గ్రహించినట్లు గోచరింపదు. పైగా, ఆ సంబంధమును మొట్టమొదట ఎవరు గుర్తించిరోకూడ చెప్పలేము. 1848 లో ఫోకోల్ట్ విద్యుత్తుచాపమునుండి ప్రసారితమైన తీక్ష్ణమైన కాంతిని సోడియమ్ ధాతులవణముంచిన సారాయి దీపముగుండా పంపించి అట్లు పైకివచ్చిన కాంతియొక్క వర్ణమాల పటమును పరీక్షించి అందు సూర్యవర్ణమాల పటమందలి D రేఖల స్థానముననే రెండునలుపురేఖలు ఉన్నటుల కనుగొనెను. అయితే, అవి ఏల గోచరించుచున్నవో ఆయన వివరించినట్లుగాని, ఆ విషయమునుగూర్చి హెచ్చు కృషి యొనర్చినట్లుగాని లేదు. అందుచేత, 1859 లో కిర్కాఫ్ (1824-87) తిరిగి ఈ విషయమై స్వతంత్రముగ కృషి యొనర్చువరకును దాని అర్థము శాస్త్రప్రపంచమునకు తెలియలేదు. ఆ సంవత్సరములో ఆయన వర్ణమాలా రేఖాపరివర్తనీయతానియమమును గణిత శాస్త్రరీత్యా ప్రతిపాదించెను. "ఏదైన ఒక తాపక్రమమునందు ఒక వస్తువు ప్రసరించు వర్ణములలో ఒకవర్ణము విషయమై ఆ వస్తువుయొక్క ప్రసరణసామర్థ్యమును, శోషణసామర్థ్యమును స్థిరనిష్పత్తిలో ఉండు" నని ఈ నియమము తెలియజేయును. అందుచేత ఏదైన ఒక వస్తువును ఉత్తేజించి అది వెలుతురును ప్రసరించునట్టు జేసినయెడల అది కొంత ప్రసరణసామర్థ్యమును కలిగియుండి, నిర్దిష్టమైన కొన్ని తరంగ దైర్ఘ్యములుగల కాంతులను ప్రసరింపచేయును. ఇట్లు ప్రసృతమైన కాంతితరంగముల తరంగ దైర్ఘ్యములు ఆ వస్తుస్వభావమునుబట్టి ఉండును. ఇక ప్రతి వస్తువునకును నిర్దిష్టమైన శోషణ సామర్థ్యముకూడా కలదు. అందువలన ఒక నిర్దిష్టతాపక్రమమునకు వేడిచేయబడిన వస్తువుఎట్టి కాంతి తరంగములను ప్రసరించగలదో పైనుండి తనపైబడిన అట్టికాంతితరంగములను ఆవస్తువు శోషించగలదు. అందుచేత ఒక వస్తువు ఒక తాపక్రమమునం దేదైనా ఒక రంగుకాంతిని ఎంతబాగుగా ప్రసరించగలదో, అంత బాగుగ ఆ రంగుకాంతిని అది శోషింపగలదు. కాబట్టి, ఏదైనా ఒక ద్రవ్యములోని కణములు ఉత్తేజితమైనపుడు కొంతశక్తి నవి ప్రదేశములోనికి ప్రసారితమొనర్చుననియును, ఆ శక్తియే కాంతితరంగములుగ ప్రదేశములో ప్రసరించుననియును, ఇట్లది ప్రసరించు కాంతి తరంగములు మూలద్రవ్యస్వభావముపై ఆధారపడి ఉండుననియు, ఉత్తేజితస్థితిలోనున్న ఆ వస్తువుపై తెల్లని కాంతి పడినప్పుడు అది ఏకాంతికిరణములను ప్రసరించునో ఆ కాంతికిరణములనే ఆ తెల్లనికాంతినుండి అది శోషించుననియును వ్యక్తమగును. సూర్యవర్ణమాలయందు గోచరించు కాంతిహీనమైన ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలకు ఈ నియమము ననుసరించి సరియైన వివరణమును కిర్కాఫ్ ఒసగగలిగెను. సూర్యగోళమందు ఔజ్జ్వల్యస్థితియందున్న ప్రకాశా (ఫోటా)వరణము అన్ని తరంగదైర్ఘ్యములను ప్రసరించుచుండును. ఈ ప్రకాశావరణమును చుట్టుకొని అనేక ద్రవ్యబాష్పములుగల పొర ఉన్నది. ఈ పొర ప్రకాశావరణముకంటె తక్కువ తాపక్రమమునం దుంటచే శోషణిగా వ్యవహరించును. కాబట్టి, ప్రకాశావరణకాంతి ఈ పొరలోనుండి ప్రసరించినప్పుడు పొరలోనున్న ద్రవ్యపరమాణువులు తమ కనుగుణమైన కాంతికిరణములను

శోషించును. అందుచే ఫ్రాన్ హోఫర్ సూర్యవర్ణమాల పటమునందు కాంతి శూన్యమైనరేఖలు గోచరమగుచున్న వని కిర్కాఫ్ వివరించెను. అంతటితో వర్ణమాలశాస్త్రము నందు నూతనయుగము స్థాపితమైనదని భావించవచ్చు.

ద్రవ్యములకును, వర్ణమాల యందలి కాంతిరేఖలకును గల సంబంధమునుబట్టి ఔజ్జ్వల్యస్థితియందున్న ఒక వస్తువు నందేయే మూలద్రవ్యములున్నవో, అవి ఏస్థితిలో ఉన్నవో కేవలము వర్ణమాలపట పరీక్షవలన తెలిసికొనవచ్చు నని కిర్కాఫ్ పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది. కిర్కాఫ్ ఈ నియమమును ప్రతిపాదించి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలకు వివరణము నొసంగుటకు రమారమి రెండు సంవత్సరములకు పూర్వమే తక్కువ వెలుగు, ఎక్కువవేడిగల దీపము నొక దానిని బున్ సెన్ (1811-99) నిర్మించెను. భూమిపై దొరకు వేర్వేరు మూలద్రవ్యముల లవణములను ఈదీపము నందుంచి ఆ మూలద్రవ్యముల ప్రసారణ వర్ణమాల పట్టికలను కిర్కాఫ్, బున్ సెన్ ఇరువురును కలసి చిత్రించిరి. వేర్వేరు మూలద్రవ్యములకు చెందిన ఆ ప్రసారణ వర్ణ పట్టికలందలి ఏఏ కాంతిమంతమైన రేఖలతో సూర్యవర్ణ పటమందలి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఏకీభవించుచున్నవో కనుగొని సూర్యగోళమందు ఏఏ మూలద్రవ్యములు ఉన్నవో చెప్పగలిగిరి.

కిర్కాఫ్, బున్ సెన్ ఇరువురును కూడ వర్ణమాల పటమునంతను కొన్ని భాగములుగ విభజించి ఒక్కొక్క మూలద్రవ్యము యొక్క ప్రసరణరేఖలు వాటివాటి వర్ణ మాలపటములలో ఏఏ భాగములందు కానవచ్చుచుండె డివో గుర్తించు చుండిరి. అట్లే సూర్యవర్ణమాలపట విషయమునకూడ వారు కావించిరి. కాని, రేఖల ఈ స్థాన నిర్ణయపద్ధతిని పరమ ప్రామాణ్యమైనదిగను, సునిశితమైనదిగను, పరిగణించుటకు అవకాశము తక్కువ. అందుచే లోగడ ఫ్రాన్ హోఫర్ కావించినట్లు పరమమానముపై ఆయా మూలద్రవ్యములకు చెందిన ప్రసారణవర్ణమాల రేఖల తరంగదైర్ఘ్యములను కనుగొనిన ఉపయుక్తముగా ఉండుననియును, సూర్యవర్ణమాల పటమునే ప్రమాణ వర్ణమాలపటముగా ఏర్పరచుకొనిన లాభదాయకమనియును ఆంగ్ స్ట్రమ్ (1814-74) గుర్తించి సూర్య వర్ణమాలపటమును నిర్మించుటకు పూనుకొనెను. అనగా సూర్యవర్ణమాలపటమునందు ఆయా శోషణ రేఖల యొక్క తరంగదైర్ఘ్యములనుబట్టి సూర్యవర్ణమాల పటమునందు ఆయా స్థానములలో వాటిని లిఖించెను. కాబట్టి ఆయనకృషి పరిమాణ ప్రధానము. ఈ శూన్య రేఖల పటమును ఆయన ప్రమాణసూర్యవర్ణమాల పటమని పేర్కొనెను. ఈ పటము 1868 లో ప్రచురితమైనది. ఈ వర్ణపటమునందు తరంగదైర్ఘ్యము లన్నిటికిని $10^{-8}$ సెం. మీ. ల ప్రమాణము (అనగా ఒక మిల్లీ మీటరులో ఒక కోటవవంతు)లో ఆంగ్ స్ట్రమ్ వ్యక్తపరచెను. అంతటినుండియు $10^{-8}$ సెంటిమీటర్లలో ప్రమాణమును 'ఆంగ్ స్ట్రమ్ యూనిట్' అని పేర్కొనుచున్నారు.

ఆంగ్ స్ట్రమ్శాస్త్రజ్ఞుడు సూర్యవర్ణమాలపటములో కేవలము దృగ్గోచరభాగమందలి వర్ణమాల రేఖల తరంగ దైర్ఘ్యములనే కొలచి ఆ భాగపు వర్ణపటమునే చిత్రించెను. ఈ చిత్రితవర్ణపటము వర్ణపట శాస్త్రక్షేత్రమున కృషిసల్పు విజ్ఞానులకు పరమప్రమాణమై వర్ణమాల పరిశోధనలలో వారికి ఎక్కువగా తోడ్పడినది. ఈ చిత్రితవర్ణ పటము ప్రచురితమైన నాటినుండియు వర్ణమాలపట శాస్త్రము పరిమాణ ప్రధానమైన భౌతికవిజ్ఞానశాఖగా పరిణమించ మొదలిడెను. ఆ తరువాత పలువురు విజ్ఞానులు ఈశాస్త్రరంగమున కృషిచేసి దాని బహుముఖాభివృద్ధికి కారణభూతులైరి.

ఫ్రాన్ హోఫర్, కిర్కాఫ్, బున్ సెన్, ఆంగ్ స్ట్రమ్ శాస్త్రజ్ఞులు వర్ణమాలపటశాస్త్రమునం దొనరించిన కృషియంతయు దృగ్గోచరకాంతి (760 Å - 390 Å) భాగములకే పరిమితమైయున్నది. వర్ణమాలయందు ఈభాగము చాల అల్పమైనది. సూర్యవర్ణపటము ఎరుపుక్రిందికి పరారుణము వైపునకు వ్యాపించి ఉన్నదని 1800లో విలియమ్ హర్షల్ విజ్ఞానియును, అది నీలలోహితముమీదకు, అతి నీలలోహితము వైపునకును కూడ వ్యాపించియున్నదని 1777 లో షేలే రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి.

సిల్వర్ క్లోరైడ్ లవణమును సూర్యకాంతిలో పెట్టినపుడు ఆ లవణపురంగు తెలుపునుండి ధూమ్రవర్ణమునకు మారునని షేలేకు తెలిసియుండెను. సిల్వర్ క్లోరైడ్ లవణముపై సూర్యవర్ణమాల పటమునందలి వేర్వేరు వర్ణముల కాంతి కిరణములు ఎట్టి ప్రభావమును కలిగి ఉన్నవో కనుగొనుటకై ఆయన కావించిన కృషివలన నీలలోహిత వర్ణ భాగమునకు వెనుకనున్న వర్ణమాలపట కాంతిలో సిల్వర్ క్లోరైడ్ లవణమును పెట్టినపుడు, దాని వర్ణము అధికముగా మార్పుచెందినట్లు ఆయనకు విదితమైనది. నీల లోహిత వర్ణమునుదాటికూడ సూర్యవర్ణపటము వ్యాపించి ఉన్నదని ఈ రీతిగా షేలే కనుగొనగలిగెను. సూర్య వర్ణమాల పటమునందు ఏవర్ణము ఎక్కువ ఉష్ణీకరణ సామర్థ్యమును కలిగిఉన్నదో కనుగొనుటకై హర్షల్ పరిశోధన లొనర్చు తాపక్రమమాపకపు గోళకముపై వేర్వేరు వర్ణములను కేంద్రీకృత మొనర్చినపుడు ఎరుపువర్ణ

మును దాటియుండి దృగ్గోచరముకాని భాగమే ఎక్కువ ఉష్ణీకరణసామర్థ్యమును కలిగి ఉన్నదని కనుగొనెను. పిమ్మట 1835లో ఆంపియర్ పరశ్యోణవర్ణమాలపట భాగమందలి కాంతికిరణములును, దృగ్గోచర కాంతికిరణములును ఒకేరకమైనవని వివరించెను. సూర్యవర్ణమాలపటములో పరశ్యోణవర్ణమాలపటభాగమునందు 1840 లో సర్ జాన్ హర్షల్ పరిశోధనలుచేసి, ఫ్రౌన్‌హోఫర్ రేఖలు ఆ భాగమునందుకూడ ఉన్నవని కనుగొనెను. సూర్యవర్ణమాలపటము నందలి పరశ్యోణవర్ణమాలపట భాగమునందున్న ఫ్రౌన్‌హోఫర్ రేఖలను గుర్తుపట్టుటకై చక్కటిపద్ధతి నొకదానిని సర్ జాన్ హర్షల్ ఉపయోగించెను. ఒక కాగితముపై సూర్యోష్ణతను బాగుగా శోషింపగల జిగురును, మసిని రుద్ది పిమ్మట దానిని ఆల్కహాల్‌లో ముంచి దానిపై సూర్యకిరణములు పడునట్లు చేయగా ఆ కాగితముపైనున్న ఆల్కహాల్ నందు అక్కడక్కడ ఇగిరిపోని భాగములు సన్ననిరేఖలుగా ఉండిపోయెను. సూర్యవర్ణపటము అవిచ్ఛిన్నమైఉండక మధ్యమధ్య తక్కువ ఉష్ణవంతములైన రేఖలచే ఖండితమై ఉండుటచేత ఆ రేఖలుగల భాగములలో ఆ రీతిగా ఆల్కహాల్ ఇగిరిపోక మిగిలి ఉన్నదని ఆయన వివరించెను. సర్ జాన్ హర్షల్ తరువాత అనేకమంది పరిశోధకులు పరశ్యోణవర్ణమాలపట భాగమునందు పరిశోధనలు చేసిరి. అందులకై సునిశితములైన పరికరము లనేకములను వారు నిర్మించుకొనిరి. ఈ పరికరములలో ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినది 'తెర్మోపైల్'. లాన్‌గ్లీ అను అమెరికాదేశ విజ్ఞాని 'బోలోమీటర్' అను ఇంకొక పరికరమును నిర్మించి దాని సహాయమున సూర్యవర్ణమాల పటమునందు పరశ్యోణభాగమున గణనీయమైన పరిశోధన లొనర్చెను. కాని ఏబ్నె ప్రభృతులీభాగమునకు చెందిన వర్ణమాలపటమును ఛాయా చిత్రముగ తీయగల్గుటతో ఆ పరిశోధనయందు నూతనాధ్యాయము ఆరంభమైనది. జాలకములయు, పట్టకములయు సహాయముతో సూర్యవర్ణమాల యందలి $\lambda = 1760$ Å మొదలు $\lambda = 10{,}000$ Å వరకును గల పరశ్యోణవర్ణమాలపటభాగపు ఛాయాచిత్రమును ఆయన తీసెను. అయితే, ఏబ్నె ఉపయోగించిన ఛాయాచిత్రఫలకము లంత మంచివికావు. అందుచే కాలము గడచి విజ్ఞానము పెంపొందిన కొలదియు పరారుణ (పరశ్యోణ) వర్ణమాలపట భాగమును తీయుటకైన ఛాయాచిత్ర ఫలకములలో కూడ హెచ్చు అభివృద్ధి చేకూరినది.

విద్యుత్‌శాస్త్రము - అయస్కాంతశాస్త్రము : 19వ శతాబ్దములో విద్యుత్ శాస్త్ర, అయస్కాంత శాస్త్రము రెండును సైద్ధాంతికముగను, ప్రాయోగికముగను గూడ ఎక్కువ అభివృద్ధిని పొందినవి. ముఖ్యముగా విద్యుదయస్కాంతశాస్త్రమను నూతన విజ్ఞానశాఖ ఈ శతాబ్దము నందే ప్రప్రథమముగా ఉద్భవించి బాగుగా పెంపొందినది.

19 వ శతాబ్దపు ప్రథమవిద్యుత్తు విజయము పొటాష్, సోడా ద్రవ్యములను విద్యుత్‌విశ్లేషణ పద్ధతిచే విశ్లేషణమొనర్చి వానినుండి క్రమముగా పొటాసియమ్, సోడియమ్ మూలద్రవ్యధాతువులను సర్ హంఫ్రీ డేవీ విడదీయగలుగుట (1807). అంతవరకు సోడా, పొటాష్‌లను మూలద్రవ్యములుగనే శాస్త్రజ్ఞులు భావించు చుండిరి.

ఇక, భౌతికవిజ్ఞానులు కేవల వోల్టా శ్రేణినుండి జనించిన ప్రవాహవిద్యుత్తునకును, ఘర్షణ ఆదిగాగల సంఘటనలచే జనించిన స్థిర విద్యుత్తునకు గల సంబంధమును కనుగొనుటకై ప్రయత్నించి, ఆ రెండు రకముల విద్యుత్తులును ఒకేమోస్తరువని 19 వ శతాబ్ద ప్రారంభమున తేల్చియుండిరి. ఒకచోట ప్రోగైనది స్థిరవిద్యుత్తు; వోల్టాపేర్పునందు జనించునది చలనమునందున్న విద్యుత్తు; వాటికిగల వ్యత్యాసము అంతమాత్రమే. మిగిలిన విషయములలో అనగా, వాహకములలో ఉష్ణతను కలుగజేయుట విద్యుత్ స్ఫులింగములను పుట్టించుట మున్నగువాటిలో వాటికెట్టి వ్యత్యాసమును లేదు.

స్థిర, ప్రవాహవిద్యుత్తులలో అన్యోన్యముగనే కాక విద్యుత్తునకును, అయస్కాంతత్వమునకును కూడ సన్నిహితసంబంధ మున్నదని 19 వ శతాబ్దములో శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించిరి. సజాతీయ విద్యుదావేశములు ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొనుచుండినట్లుగనే సజాతీయ అయస్కాంత ధ్రువములుకూడ ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొనుచుండుటచేతను రెండు విద్యుదావేశముల మధ్యగల ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలమును ఏ విలోమవర్గసూత్రముచే కనుగొనగలమో అదే విలోమవర్గసూత్రముచేత రెండు అయస్కాంతధ్రువముల మధ్యగల ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలమును నిర్ణయింపగలుగుటచేతను విద్యుత్తునకును, అయస్కాంతత్వమునకును ఏదో యొక సంబంధము ఉండియుండవలె నని 18 వ శతాబ్దం చివర శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండిరి. కాని, ఆ సంబంధమును ప్రయోగరీత్యా వారు నిరూపింపలేకపోయిరి. ఎట్టకేలకు అందు కృతకృత్యుడైన విజ్ఞాని హాన్స్ క్రిస్టియన్ అర్‌స్టెడ్ (1777-1851)అను డెన్మార్క్ దేశస్థుడు. 1819 లో ఒక ఉపన్యాసమునందు ఆయన ఎక్కువతీక్ష్ణతగల విద్యుత్తుప్రవాహమును ఈయగలిగిన వోల్టాపేర్పును ఉపయోగించుచు, ఆ వోల్టాపేర్పు యందలి రెండుధ్రువములను కలుపుచున్న అవిచ్ఛిన్న

వలయమందలి కొంతతీగెను ఒక అయస్కాంతసూచికి సమమట్టములోను, లంబదిశలోను ఉంచెను. కాని,సూచియం దెట్టిమార్పును ఆయనకు గోచరించలేదు. సూచి యథా ప్రకారము మధ్యాహ్న రేఖ (మెరిడియన్) యందు స్థిరముగనే ఉండెను. అందుచేత ఆయన అయస్కాంతసూచిపై విద్యుత్ప్రవాహమున కెట్టిప్రభావమును లేదని నిశ్చయించుకొని ఆ ప్రయోగమును మరల చేయకుండ మిన్నకుండెను. కాని, ఉపన్యాసానంతరము అవిచ్ఛిన్న వలయమందలి తీగెలో కొంతభాగము సూచియొక్క మెరిడియన్‌కు సమమట్టముగను, సమానాంతరదిశలోనికిని యాదృచ్ఛికముగా వచ్చినప్పుడు సూచి రమారమి 90° కోణము చేయుచు ఒక్కసారి తిరిగెను. అర్‌స్టెడ్‌నకది చాల ఆశ్చర్యమును కలిగించినది. వెంటనే ఆయన ఆ ప్రయోగమును చాల సారులు తిరిగితిరిగి చేయగా ప్రతి పర్యాయమునుగూడ సూచి సరిగా అదేవైపునకు అంతేదూరము చలింపజొచ్చినది. ఆ తరువాత ఆయన అవిచ్ఛిన్న వలయమందలి తీగెను అట్లేయుంచి, అ వలయమందలి విద్యుత్ప్రవాహపు దిశను మార్చగా ఈ పర్యాయము విద్యుత్సూచి వెనుకటివలె గాక దాని ఎదుటి దిశలోనికి చలింపజొచ్చినది. అటుపిమ్మట విద్యుత్ ప్రవాహమును కలిగియున్న అవిచ్ఛిన్న వలయమునకును, విద్యుత్సూచికిని మధ్య గాజు, ధాతువు, కఱ్ఱ మున్నగు అనేక ద్రవ్యముల నుంచి ఆ ప్రయోగమును అర్‌స్టెడ్ తిరిగి చేసెను గాని, ప్రతి పర్యాయము ఆ సూచి అట్లే చలింపజొచ్చినది.

అర్‌స్టెడ్ ఆకస్మికముగ బడసిన పై ప్రయోగ ఫలితమువలన విద్యుత్తునకు, అయస్కాంతత్వమునకు గల సంబంధము నిరూపితమయ్యెను. అంతకు పూర్వము కొన్ని సంవత్సరములనుండియు ఏ సంబంధమును కనుగొనుటకు శాస్త్రజ్ఞులు ఉత్సుకులైయుండిరో, ఆ సంబంధమారీతిగ ప్రాయోగికముగ నిరూపితమగుటతో దాని ప్రాముఖ్యమును గురించి ఆ విషయమై ఇంకను పరిశోధనలుచేయ శాస్త్రజ్ఞులు సమకట్టిరి.

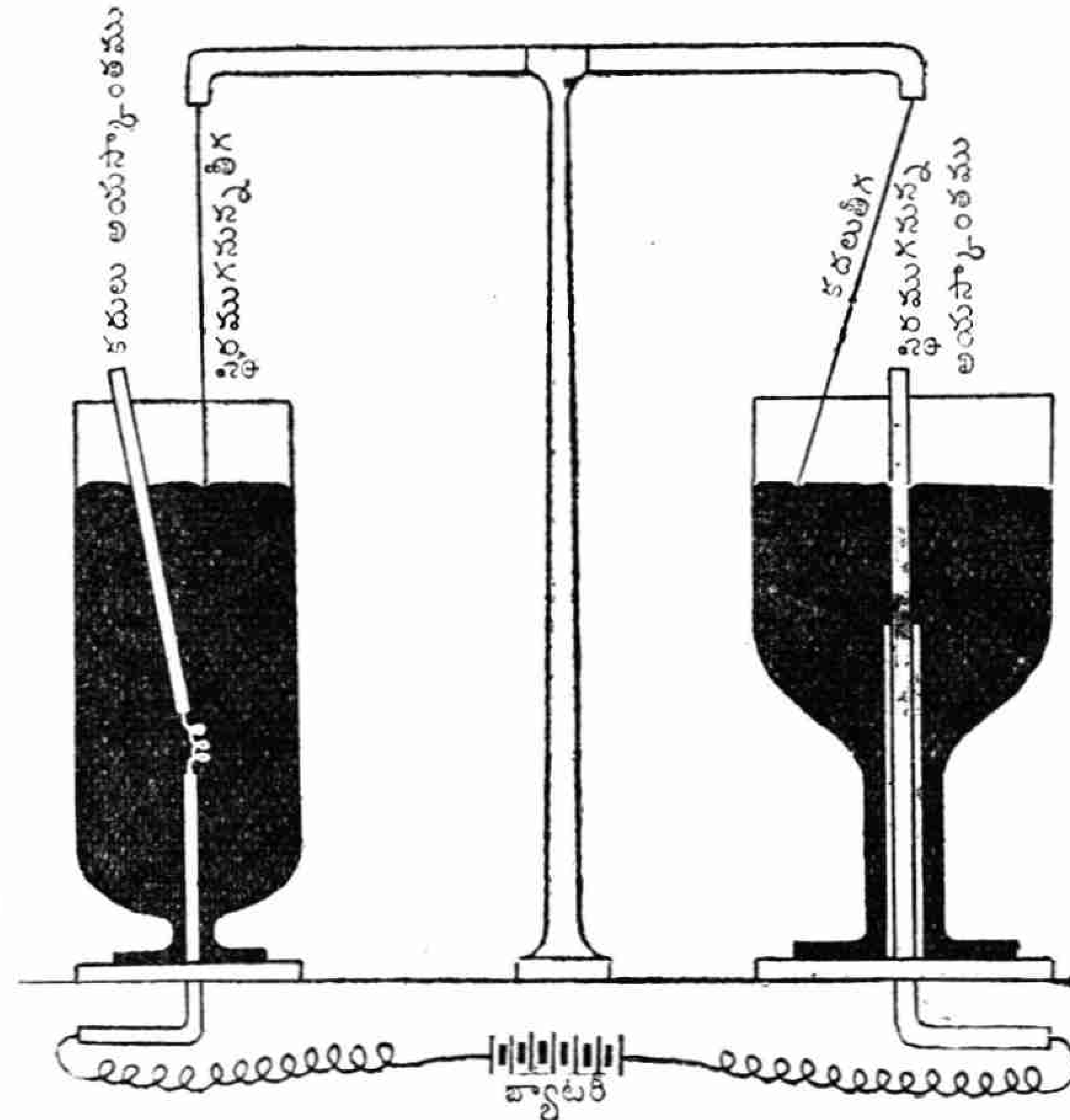
అర్‌స్టెడ్ పరిశోధనఫలితమును శాస్త్రాభివృద్ధికై ఉపయోగించినవారిలో మొట్టమొదటివాడు జర్మనీ దేశ విజ్ఞాని ష్వైగర్. విద్యుత్ ప్రవాహపరిమాణమును కొలుచుటకై విద్యున్మాపకము అను పరికరము నీయాచార్యుడు అర్‌స్టెడ్ అన్వేషించిన ఫలితమును ఉపయోగించియే పరికల్పించెను. 1820 లో ఆరాగో (1786-1853) అను ఫ్రాన్స్ దేశవిజ్ఞాని విద్యుత్ ప్రవాహముగల వాహకము ఇనుపరజనును ఆకర్షించుటను పరికించి అట్టి వాహకమును అయస్కాంతమునకు తుల్యముగా పరిగణింపవచ్చునని సూచించెను. కాని, విద్యుదయస్కాంతశాస్త్రమందు గణనీయమైనపరిశోధన లొనర్చిన మహావిజ్ఞాని ఆంపియర్. విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రబీజావాపమొనర్చిన విజ్ఞాని అర్‌స్టెడ్ అయినచో, ఆ బీజము మొలకెత్తి వృక్షముగ వృద్ధిపొందుటకు కారణభూతుడు ఆంపియర్ యనియు, దానిని ఫలవంత మగునట్లుగా దోహదమొనర్చిన వాడు ఫారడే యనియు పేర్కొనవచ్చును.

విద్యుత్ప్రవాహము, అయస్కాంతము ఒకదానిపై నొకటి యాంత్రికబలమును ప్రవర్తింపచేయునని అర్‌స్టెడ్ ప్రయోగఫలితముగ విదితమైనది. కాని, ఆంపియర్ తన ప్రయోగములవలన ఒకదాని కొకటి చేరువగా ఉన్న రెండు విద్యుత్ప్రవాహముల మధ్యకూడ అట్టి యాంత్రికబలము ఉన్నదనియును, ఒకే దిశగా పోవుచున్న రెండు సమానాంతరప్రవాహములు ఒకదాని నొకటి ఆకర్షించుకొను ననియును, విరుద్ధ దిశలలో పోవుచున్న రెండు సమానాంతరప్రవాహములు ఒకదాని నొకటి అపకర్షించుకొను ననియును కనుగొనెను. అంపియర్ కంటె పూర్వపుశాస్త్రజ్ఞులు రెండు విద్యుదావేశముల మధ్య యాంత్రికబలము ఉన్నదని గుర్తించిరి గాని, విద్యుత్ప్రవాహమును గొనిపోవుచున్న రెండువిద్యుద్వాహకముల మధ్య అట్టి బలమున్నదని వారు కనిపెట్టలేదు.

ఇక, విద్యుత్ప్రవాహమునకు సమీపమునఉన్న అయస్కాంతసూచి ఏలచలించుచున్నదో అందుకుగల కారణమును గూడ ఆంపియర్ వివరించెను. ప్రతి విద్యుత్ప్రవాహమును చుట్టి అయస్కాంత క్షేత్రము ఉండును. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము విద్యుత్ప్రవాహమునకు లంబదిశలో విస్తరించియుండును. కాబట్టి, ఆ విద్యుత్ప్రవాహమునకు సమానాంతరముగ ఉన్న అయస్కాంతసూచి సుమారు 90° కోణమును చేయునట్లుగా చలించును. ఒకప్పుడు అయస్కాంత సూచి కచ్చితముగా 90° కాక ఇంచుమించు 90° కోణమును చేయునట్లుగా చలించుటకూడ కలదు. దీనికి కారణము దానిపై భూమి యొక్క అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావము. విద్యుత్ ప్రవాహమునకు సమానాంతరదిశలో నున్న అయస్కాంత సూచి విద్యుత్ ప్రవాహపుదిశనుబట్టి ఏ దిశగా చలించునో సూచించు నొక సూత్రమును 1820 లో ఆంపియర్ ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా ప్రతిపాదింప గలిగెను. దానికి ఆంపియర్ సూత్రమని పేరు. వాహకమునందు విద్యుత్ప్రవాహము ఏ దిశలో పోవుచున్నదో ఆ దిశలో ప్రవాహమునకు సమానాంతరముగనున్న అయస్కాంతసూచి వైపునకు తన ముఖమును పెట్టి ఒకడు ఈదుచున్నాడనుకొందుము.

అప్పుడు అయస్కాంతసూచి యొక్క ఉత్తరధ్రువము ఎల్లప్పుడు అతని ఎడమచేతి వైపునకే తిరుగును.

ఆంపియర్ గణితశాస్త్రమందు నిధి; గొప్ప సైద్ధాంతిక విజ్ఞాని. తన ప్రయోగఫలితములను అన్నిటిని సూత్రములలో నిముడ్చగలుగుటయే కాక విద్యుదయస్కాంత సంఘటనస్వభావమును గూర్చి కొన్ని సిద్ధాంతములను కూడ ప్రతిపాదించెను. కాని, ఈ సిద్ధాంతములు నిలువ లేదు. ఆయన ప్రయోగఫలితములు ఆయన నిర్వచించిన విద్యుదయస్కాంతసూత్రములు మాత్రమే శాస్త్రలోకమున నిలచినవి. ముఖ్యముగా విద్యుత్ప్రవాహమును అనుసరించి సదా అయస్కాంత క్షేత్ర ముండునను ఆయన పరిశోధనఫలితము విద్యుదయస్కాంత పరిశోధనలలో చాల ప్రముఖమైనది.




విద్యుత్ ప్రవాహమును అనుసరించి అయస్కాంత క్షేత్రము ఉండునని ఆంపియర్ కనుగొనినపిమ్మట అయస్కాంతముచే విద్యుత్ప్రవాహమును ఉత్పత్తిచేయవచ్చునా యను ప్రశ్న శాస్త్రజ్ఞులకు తట్టినది. ఈ ప్రశ్నను సక్రమముగ పరిష్కరించిన మహావిజ్ఞాని మైకేల్ ఫారడే(1791-1867) (చూ. అకారాది). అర్‌స్టెడ్ నిరూపించిన అయస్కాంత సూచియొక్క ఈ తిర్యక్చలనము ఉచిత ప్రాయోగిక పరిస్థితులను జూచినచో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్న తీగచుట్టు ఒక అయస్కాంతము యొక్కగాని లేదా అయస్కాంతముచుట్టు విద్యుత్ప్రవాహాధారకమగు నొక తీగయొక్కగాని సంతత, శీఘ్ర పరివర్తన రూపచలనమును కలుగజేయును. ఇట్టి పరివర్తన గతిప్రాయోగికముగ ఫారడేచే ఈ చిత్రమందు గల పరికర సన్నివేశమును ఉపయోగించి నిరూపించియుండక పోయినచో అవిశ్వసనీయముగ విద్వల్లోకమునకు దోచియుండెడిది.

అయస్కాంతము యొక్క ఒక ధ్రువమునకు చేరువగా నొక ఉక్కుకడ్డీనో, ఇనుపకడ్డీనో ఉంచిన ఆ కడ్డీయందు అయస్కాంతత్వము ప్రేరితమగును. అట్లే స్థిరవిద్యుదావేశమునకు చేరువగానున్న ఆంతరిత విద్యుద్వాహకవస్తువునందు కూడ విద్యుదావేశము ప్రేరితమగును. ఈ రెండు సాదృశ్యములను ఆధారముగా చేసికొని విద్యుత్ప్రవాహములందుగూడ ప్రేరకత్వమేల ఉండదని ప్రశ్నించుకొని అందును గూర్చి ఫారడే పరిశోధనల సాగించెను. 1825, 1828 లలో ఆ పరిశోధనలలో ఫారడే విఫల ప్రయత్నుడయ్యెను. కాని, 1831 ఆగస్టు నెలలో ఆయన యొక మెత్తని ఇనుపవలయమునందు కొంత భాగమునకు A అను తీగెను, మరికొంత భాగమునకు B అను తీగెను చుట్టలుగా చుట్టెను. B అను చుట్టలున్న వలయములో ఒక్క విద్యున్మాపకము మాత్రమే ఉంచియును, Aఅను చుట్టలున్న వలయములో ఒక గాల్వనీ మీటరు ఒక విద్యుద్ఘటమాల ఉంచి ఆ వలయములను వేర్వేరుగా పూర్తిచేసెను. అప్పుడు A వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహింప జేసినంతనే B వలయమునందున్న గాల్వనీ మీటరు ముల్లు చటుక్కున కదిలి క్రమముగా కొంత సేపటికి తన తొల్లింటి విశ్రమస్థానమును పొందినది. ఆ తరువాత A వలయమునందు విద్యుత్ ప్రవాహమును ఒక్కసారి ఆపుచేయగా తిరిగి B వలయమునందున్న గాల్వనీమీటరు ముల్లు చటుక్కున కదలినది. ఈ రీతిగా B వలమునందున్న విద్యున్మాపకము ముల్లు కదలుటకు కారణము ఈ వలయములో విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రేరితమగుటయే యని ఫారడే కనుగొనెను. ఆ తరువాత ఆయన అయస్కాంతమునకు, విద్యుత్ ప్రవాహమును మోసికొనిపోవు వాహకమునకు గల సాదృశ్యమునుబట్టి అవిచ్ఛిన్నవలయముగుండా అయస్కాంతమును ముందునకును, వెనుకకును త్రిప్పినను కూడ ఆ వలయమునందు విద్యుత్ప్రవాహము జనించునని ఊహించి, ఆ ప్రయోగమును చేసి తనఊహ వాస్తవమగుటను గాంచి ఆనందమును పొందెను. ఫారడే 1831లో కనుగొనిన ఈ మహత్తర ఫలితమే నేటి విద్యుజ్జనక సాధనములందు ఉపయోగింపబడుచున్నది. అవిచ్ఛిన్న వలయముగుండా ముందు వెనుకలకు అయస్కాంతమును త్రిప్పుటమూలమున విద్యుత్ప్రవాహమును జనింపజేయుటకై ఇంగ్లండునందు ఫారడే కృషిచేయుచున్న సమయముననే యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో జోసఫ్ హెన్రీ(1799 - 1875)యను

విజ్ఞానికూడ సరిగా ఆ విషయమునుగూర్చి పరిశోధనలు సాగించు చుండెను. ఆ సమయమందాయన కావించిన మొట్టమొదటి పరిశోధనలు శక్తిమంతములైన విద్యుదయస్కాంతములను నిర్మించుటకే. ఆ రీతిగా నిర్మించుకొనిన విద్యుదయస్కాంతముల సహాయముతో విద్యుత్ ప్రవాహమును జనింపచేయవలె నని ఆయన యత్నించుచున్న సమయముననే ఫారడే విజ్ఞాని ఆ ఫలితమును వెలిపుచ్చెను గాని, హెన్రీకూడ స్వతంత్రముగా ఆ సత్యమును కనుగొనెను.

విద్యుదయాస్కాంత శాస్త్రమందేగాక స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రమందుకూడ ఫారడే కావించిన పరిశోధనలు చాల ముఖ్యమైనవి. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతపు బీజములు ఈ పరిశోధనలయందే ఇమిడిఉన్నవి.

ఒకదాని నుండి ఒకటి వేరుగాఉన్న రెండు విద్యుదావేశములు అవి సజాతీయసంజ్ఞగలవియైన పరస్పరము అపకర్షించుకొను ననియును, విజాతీయ సంజ్ఞగలవియైన ఆకర్షించుకొను ననియును చాల కాలము క్రిందటనే శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనిరి. విద్యుదావేశముల ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలములను పరిమాణయుతముగా నిర్ణయించుటకై 18 వ శతాబ్దములో కూలామ్ పరిశోధనలు కావించి రెండు ఆవేశముల మధ్యనున్న విద్యుదవాహకమునకు ఆ ఆకర్షణ లేక అపకర్షణ బలములపై ఎట్టి ప్రభావమును లేదని తేల్చెను. అంతేకాక, విద్యుత్ప్రేరణ విద్యుదావేశమునకును, ప్రేరేపిత వస్తువునకును మధ్యనున్న యానకముతో నిమిత్తము లేకుండగ ప్రత్యక్షముగ ప్రేరేపితవస్తువునందే జరుగు ప్రక్రియ అనిగూడ అప్పటివారు ఊహించిరి. కాని, ఫారడే కు ఈ భావములు సత్యములుగా స్ఫురించలేదు. సమానపరిమాణములు గల లైడెన్ జాడీలలో ఒకదాని యందు విద్యుదవాహకముగా గాలిని, రెండవదానియందు విద్యుదవాహకముగా గంధకమును పెట్టి ఆ లైడెన్ జాడీల సంగ్రాహకతలను పరీక్షింపగా గాలిఉన్న జాడియొక్క సంగ్రాహకత కంటె గంధకము ఉన్న జాడీయొక్క సంగ్రాహకత 2·24 రెట్లు అధికమని విదితమైనది. దానినిబట్టి విద్యుదావేశమువలన వస్తువునందు ప్రేరేపితమైన బలము ఆ ఆవేశమునకును, ఈ వస్తువుకును మధ్యనున్న యానకమందలి అణువులు అందించుటవలననే కలిగినదనియును, ప్రతి విద్యుదావేశమును అనుసరించి బలరేఖ లుండుననియును, ఈ బలరేఖలు వక్రముగా ఉండుననియును ఆయన వివరించెను.

ఒక వస్తువునుండి మరియొక వస్తువునకు విద్యుత్బలములును, అయస్కాంతబలములును ఏ రీతిగ ప్రసారిత మగునో వివరించుచు ఫారడే కావించిన సిద్ధాంతమందు మహత్తరమైన విజ్ఞానాంశములు గర్భితమైఉన్నవని ఆనాటి విజ్ఞానులు ఎవరును గుర్తింపలేకపోయిరి. ఫారడే మరణానంతరము గణితశాస్త్రమందు ప్రతిభావంతుడైన జేమ్స్‌క్లార్క్ మాక్స్‌వెల్ (1831-79) అను స్కాట్లండ్ దేశస్థుడు ఫారడే సిద్ధాంతసత్యములను గణితశాస్త్రసూత్రముల రూపమున వ్యక్తపరచునప్పటికి కేవలము విద్యుత్‌రాశులును, అయస్కాంతరాశులును గల సమీకరణములు ప్రత్యక్షమైనవి. ఈ సమీకరణములు తరంగములకు సంబంధించిన సమీకరణములతో పూర్తిగా పోలి ఉండుటచే ఫారడే భావములకు క్రొత్తఅర్థము నిచ్చి మాక్స్‌వెల్ విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను (చూ. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతములు).

విద్యుదావేశమునకును, ప్రేరిత వస్తునకును మధ్యనున్న విద్యుదవాహక యానకమందలి ప్రతి అణువునందు గల ధన, ఋణావేశములు మునుపటికన్న కొంచెము పరస్పరము దూరములై ఆ యావేశములను కలుపు ఋజురేఖలు విద్యుత్ క్షేత్రదిశలలో సమానాంతరముగా ఉండునట్లు అమరుకొనును. ఈ స్థితినే ధ్రువితస్థితి అందురు. అవాహక యానకమందలి అణువులయందు ఈస్థితి కేవలము ప్రోద్బలితము మాత్రమే. విద్యుదావేశము యొక్క బల ప్రయోగమువలననే ఆ స్థితి ఏర్పడి నిలచియుండును. విద్యుదావేశమును తొలగించినంతనే ఆ అణువులలో ఆ స్థితిపోయి అవి యథాస్థితిని పొందు నని ఫారడే విద్యుత్ ప్రేరణసంఘటనను వివరించెను. కాని, మాక్స్‌వెల్ విద్యుదావేశబల ప్రయోగమువలన విద్యుదవాహకమునందలి అణువులయందు ధ్రువీకరణము కాదనియు, ఆ అణువులయందలి భాగములు విద్యుతికముగా స్థానభ్రంశమును పొందు ననియు ఊహించెను. అనగా, స్థితిస్థాపకత్వముగల ఒక రబ్బరుత్రాటి యొక కొనను దేనికైనను గట్టిగ కట్టి రెండవకొనను చేతితో లాగినచో అందలి అణువులు ఏ రీతిగా స్థానభ్రంశమును పొంది త్రాటికొనను చేతినుండి వదలివేసిన వెంటనే తిరిగి అవి స్వస్థానమును చేరుకొనునో ఆ విధముగనే విద్యుదవాహకముపై విద్యుదావేశబలమును ప్రయోగించునపుడు ఆ అవాహకముయొక్క అణువులందలి ఆవిష్టభాగములు స్థానభ్రంశమును పొందు నని మాక్స్‌వెల్ వివరించెను. ఇక, ఒకయానకమందు జరుగు ఇట్టి విద్యుత్ స్థానభ్రంశము ఆ యానకమున తరంగ రూపముగా ప్రవహించును. అందుచేత విద్యుదావేశము యానకములో సంక్షోభమును కలుగజేయు ననియును, ఈ విద్యుత్ సంక్షోభము ఆ యానకము

నందు తరంగములుగా ప్రవహించి, ఒకవస్తువునుంచి వేరొక వస్తువునకు విద్యుత్ బలములను, అయస్కాంతబలములను మోసికొనిపోవు ననియు భావించవలె నని మాక్స్‌వెల్ తేల్చెను. ఇక, ఇట్టి తరంగచలనము యొక్క వేగము కాంతివేగమునకు ఇంచుమించు సమానమై ఉండుటచే కాంతికిరణములుకూడ నిర్దిష్టతరంగదైర్ఘ్యములుగల విద్యుదయస్కాంతకిరణములే అని ఆయన ప్రతిపాదించెను. ఈ రీతిగా మాక్స్‌వెల్ కాంతి విద్యుదయస్కాంతవాదము కేవలము సైద్ధాంతికముగనే మొదట జనించినది.

ఏదైనను ఒకసిద్ధాంతము సత్యమైనదో, కాదో నిర్ణయించుటకు ఆ సిద్ధాంతము ప్రయోగఫలితములచే రుజువు కావలెనుకదా! మాక్స్‌వెల్ జీవితకాలములో ఆయన సిద్ధాంతము ప్రయోగరీత్యా రుజువుకాలేదు. విద్యుత్ సంక్షోభమువలన విద్యుదయస్కాంత తరంగములు ఉత్పన్నమగునని ప్రయోగరీత్యా కనుగొనిన వారు ఎవరును లేక పోయిరి. మాక్స్‌వెల్ చనిపోయిన తొమ్మిది సంవత్సరములకు జర్మనీదేశయువకవిజ్ఞాని హెన్రిక్ హెర్ట్స్ (1857 - 1894) ఆ సమస్యను చేపట్టి 1888 లో దానిని పరిష్కరించెను.

విద్యుదయస్కాంత తరంగములను సృజింపవలె ననిన కొంతపరిమాణమునకు తక్కువకాని వేగముగల విద్యుత్ సంక్షోభములను కలుగజేయవలెనుగదా! కొన్ని సందర్భములలో లైడెన్ జాడీయందు కలుగు విద్యుత్ విస్ఫులింగము ప్రకంపితస్వభావము కలదిగా నొనర్పవచ్చు నని 1853 లో కెల్విన్ ప్రచురించియుండెను. విద్యుదయస్కాంతతరంగములను సృజించుటకు అవసరమైన విద్యుత్ సంక్షోభమును జనింప చేయుటకు ఇట్టి విస్ఫులింగము (ఉత్సర్గము)ను ఉపయోగింప వచ్చునని హెర్ట్స్ ఊహించి 1886 లో అందుల కుపక్రమించెను. 1888 లో అందు కృతకృత్యు డగుటయేగాక మధ్యను చిన్నసందు ఉన్న ధాతువలయ సహాయముతో వాటి ఉనికిని కనుగొనగలిగెను. ఆ తరువాత హెర్ట్స్, లాజ్, బోస్(ఇండియా) ప్రభృతులు చేసిన పరిశోధనల వలన విద్యుదయస్కాంత తరంగములకు కాంతి తరంగములకును గల సారూప్యము వ్యక్తమైనది.

19 వ శతాబ్దపు చివర ఈ విద్యుదయస్కాంతతరంగముల సహాయముననే తీగెల అవసరము లేకుండగ వార్తలను పంపుపద్ధతిని గూయెల్మో మార్కోనీ (1874 - 1937), బ్రాన్లీ (1844 - 1940) ప్రభృతులు కనిపెట్టిరి.

అర్‌స్టెడ్ పరిశోధనలను గూర్చి విని ఉత్తేజితుడై విద్యుత్తు పరిశోధనలను చేపట్టిన వారిలో టామస్ జోహాన్ జెబెక్ (1770 - 1831) అను జర్మనీ దేశవిజ్ఞాని యొకడు. విద్యుత్ప్రవాహము యొక్క అయస్కాంత స్వభావమునుగూర్చి తన మనసునందు జనించిన ఊహలను ప్రయోగమూలముగా రుజువుచేసికొను సంకల్పముతో ఆయన బిస్మత్తు, రాగి తీగెల రెండింటితో, నొక వలయమును పరికల్పించి ఆ వలయము యొక్క ఒక సంధిని చేతి వ్రేళ్లమధ్య నొక్కిపట్టి ఉంచెను. ఆ విధముగా ఆ వలయమందలి ఒక సంధి దేహ తాపక్రమమునందును, రెండవసంధి తక్కువ తాపక్రమము - వాతావరణతాపక్రమము-నందును ఉండుట తటస్థించెను. వెంటనే ఆ వలయమునందున్న విద్యున్మాపకము సూచి కదలజొచ్చుటను గాంచెను. ఆయన ఆశ్చర్యపడి రెండు విభిన్న ధాతువులచే ఏర్పడిన వలయము యొక్క రెండు సంధుల మధ్యను తాపక్రమవ్యత్యాసమును కల్పించినచో ఆ వలయమునందు విద్యుత్తు ప్రవహించు నని అభిప్రాయపడెను. ఆ తరువాత ఆయన తాను చేతి వ్రేళ్లతో పట్టియుంచిన సంధిని వాతావరణతాపక్రమముకంటె తక్కువ తాపక్రమమునందుఉంచి రెండవసంధిని తొల్లింటియట్లే వాతావరణతాపక్రమమునందు ఉంచగా ఆ రీతిగాకూడ ఆ రెండుసంధుల మధ్యను తాపక్రమవ్యత్యాసము ఏర్పడి అప్పుడుకూడ ఆ వలయమునందు విద్యుత్తు ఉత్పన్నమై గాల్వనీ మీటరుసూచి కదలుటచే తన అభిప్రాయము యథార్థమైనదే అని జెబెక్ గుర్తించెను. ఈ రీతిగా ఉష్ణతాఫలితముగా జనించిన ఈ విద్యుత్తుకే 'తాపవిద్యుత్తు' అని పేరు.

తాపవిద్యుత్తును 1821 లో జెబెక్ కనుగొనినాడు. ఆ తరువాత రమారమి 13 సంవత్సరములకు జాన్ చార్లెస్ పెల్టియర్ (1785 - 1845) అను ఫ్రాన్స్‌దేశవిజ్ఞాని రాగి, ఆంటిమోనితో ఏర్పడిన వలయముగుండ విద్యుత్తు ప్రవాహమును పంపించినచో ఆంటిమోని నుండి రాగికి విద్యుత్తు ప్రవాహము ప్రసరించు సంధియందు వేడియును, రెండవసంధియందు చల్లదనము సంభవించునట్లు కనుగొనెను. ఈ ఫలితము జెబెక్ కనుగొనిన ఫలితమునకు వ్యతిరేకమైనది. దానికి 'పెల్టియర్ ఫలితము' అని పేరు. లెన్జ్ విజ్ఞాని ఈ ఫలితమును ఉపయోగించి నీటినికూడ ఘనీభవింపజేసెను.

ఉష్ణత ఒకవస్తువునుండి మరియొక వస్తువునకు వికిరణ ప్రక్రియద్వారా ప్రసారిత మగుట ఎట్లు సాధ్యమగుచున్నదో మొట్టమొదట తెలిసికొన ప్రయత్నించిన విజ్ఞాని సర్ ఐజక్ న్యూటన్. కాంతి కణరూపమున ప్రసరించుచున్నదని ఆయన విశ్వసించినను, ఉష్ణతమాత్రము ఈతర్ యందు తరంగ మూలముగనే వికీర్ణమగుచున్నదని ఆయన భావిం

చెను. 1701 లో పరిసరములకంటె ఎక్కువ తాపక్రమస్థితి యందున్న వస్తువునుండి ఉష్ణత ఏ రేటున వికీర్ణమగు చున్నదో ఏ రేటున చల్లబడుచున్నదో కనుగొనుటకై ప్రయోగములను గావించి ఒక వస్తువు చల్లబడు వేగపు రేటు గాని తాపక్రమమునకును, పరిసరతాపక్రమునకును గల వ్యత్యాసమునకు సమనిష్పత్తిలో నుండునని ఆయన ఒక సూత్రమును స్థాపించెను. ఈ సూత్రము స్థూలమైనదే కాని, కచ్చితమైనది కాదని ఆ తరువాత శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది.

న్యూటన్ తరువాత తిరిగి 19 వ శతాబ్దములో ప్రివోస్ట్ (1751-1839) అను స్విట్జర్లండ్ విజ్ఞాని ఉష్ణతావికిరణ ప్రక్రియనుగూర్చి పరిశోధనలు కావించుచు ఉష్టతను వికిరణమొనర్చు ప్రతివస్తువును పరిసరవస్తువునుండి ఉష్టతను గ్రహించు ననియును, ఒక వస్తువు తానెంతపరిమాణము గల ఉష్ణతను వికిరించునో అంతే పరిమాణముగల ఉష్ణతను పరిసరవస్తువుల నుండి గ్రహించినపుడే ఆ వస్తువు తాపక్రమమునందు సమతాస్థితి ఏర్పడు ననియును 1791 లో సిద్ధాంతీకరించెను. ఈ సిద్ధాంతమునకు 'ప్రివోస్ట్ వినిమయ సిద్ధాంతము'ని పేరు. ఈ సిద్ధాంతమందిమిడియున్న భౌతిక విజ్ఞానసంపదను పూర్తిగా గుర్తించి దానిని ఉపయోగములోనికి తీసికొనివచ్చిన మేధావులు స్టువర్ట్ (1828-87), కిర్కాఫ్ (1824-87). ప్రివోస్ట్ తన సిద్ధాంతములు ప్రతిపాదించిన తరువాత రమారమి పదిసంవత్సరములకు సూర్యవర్ణమాలయందు అడ్డముగా నలుపు రేఖలు ఉన్నట్లు వూలాస్టన్ కనుగొనెను.

ఆ తరువాత 1814 లో ఫ్రౌన్ హోఫర్ ఈ రేఖలను తిరిగి కనుగొని వాటిని గూర్చి తీవ్రమైనకృషి కావించెను. కాని, అవి ఏర్పడుటకు గల కారణము నాయన తెలిసికొనలేకపోయెను. ఆ కారణమును గ్రహించుటకై అటుపిమ్మట పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించిరి. కాని, చివరకు అందు కృతకృత్యుడైన కిర్కాఫ్, మొత్తపు వికిరణమునకు సంబంధించిన ప్రివోస్ట్ సిద్ధాంతమును వేర్వేరు వికిరణ తరంగములకు పరిమిత మొనర్చి సమాన తాపక్రమమునందు నిర్దిష్టమైన యొక తరంగమునకు సంబంధించిన వస్తువులయొక్క ప్రసరణ, శోషణ సామర్థ్యములకు గల నిష్పత్తి అన్ని వస్తువులకును సమానముగ నుండునని 1859 లో ఆయన ప్రతిపాదించెను. సరిగా అదే సమయమున స్టువర్ట్ కూడ ఈ సూత్రమును స్వతంత్రముగ స్థాపించెను.

కిర్కాఫ్, స్టువర్ట్ ఇరువురునుకూడ తమ సూత్రమును ప్రాయోగికముగా నిరూపించిరి. టూర్మలీన్ స్ఫటికము ఒక నిర్దిష్టతలములో ధ్రువితమైన వికిరణములను మాత్రమే శోషించగలదు. ఇక టూర్మలీన్ స్ఫటికమును వేడిచేసినపుడు ప్రసారితమగు వికిరణములుకూడ ఆ తలములో ధ్రువితమైనవే. ఈ విధముగా వారు కావించిన పరిశోధనలవలన ప్రతివస్తువును తనపై పడిన వికిరణములలో కొంతభాగమును శోషించుననియును, మరికొంత భాగమును పరావర్తన మొనర్చుననియును, శేషించిన భాగమును పారప్రేషితము (అనగా తన ద్వారా వెళ్లునట్లు) ఒనర్చు ననియును విదితమైనది. ఇట్టి వస్తువులలో తనపై పడిన వికిరణములను పూర్తిగా శోషితమొనర్చునదేదైనను ఉన్నచో అట్టిదానిని 'కృష్ణవస్తువు' అని కిర్కాఫ్ పేర్కొనెను. అట్టిది సృష్టిలో ఏదియును లేదు. కాని, ఆనాడాయన అట్టిదానిని ఊహింపవలసి వచ్చినది. ఇట్టి కృష్ణవస్తువికిరణము కేవలము దాని తాపక్రమము పైననే ఆధారపడియుండునని వారు గణితశాస్త్రరీత్యా స్థిరపరచుటచే వికిరణమునకును, తాపక్రమమునకును గల సంబంధమును నిర్ణయించుటకై శాస్త్రజ్ఞులు కృష్ణవస్తువుల గురించి శాస్త్రపరిశోధన లొనర్చిరి. వారిలో స్టీఫెన్ (1831-1897) అను విజ్ఞాని వేడితీగెనుండి వికిరణమగు ఉష్ణతనుగూర్చి టిండల్ కావించిన ప్రయోగముల ఫలితములను ఆధారముగా గైకొని రెండు వస్తువుల మధ్య జరుగు మొత్తపువికిరణము ఆ రెండువస్తువుల తాపక్రమముల నాల్గవఘాతముల యొక్క భేదమునకు సమనిష్పత్తిలో ఉండునని కనుగొనెను.

దానిని $R \propto (T_1^4 - T_2^4)$ అని వ్రాయవచ్చును. ఇచ్చట $R = T_1$ తాపక్రమమునందున్న వస్తువునుండి $T_2$ తాపక్రమమునందున్న వస్తువునకు వికిరణమయ్యే మొత్తము ఉష్ణత.

19 వ శతాబ్దములో వికిరణమునందు జరిగిన మరియొక ముఖ్యమైన పరిశోధన ఒక వస్తువుపై పడిన కాంతి ఒత్తిడిని దానిపై కలిగించునను విషయము. దానిని పూర్తిగా లెక్కలవలననే 1873 లో మాక్స్‌వెల్ కనుగొనెను. దాని నాతరువాత 1901 లో రష్యాదేశవిజ్ఞాని పీటర్ లెబిడెఫ్ (1866-1911) యును, అమెరికాదేశవిజ్ఞాని ఎర్నెష్టుఫాక్స్ నికాల్సు (1870-1924) ను ప్రయోగరీత్యా రుజువుచేసిరి. కాంతికి ప్రేషమున్నదను ఆవిష్కరణ 20 వ శతాబ్దము మధ్య వెలుగు చూచిన కాంతికణవాదమునకు చేయూత నొసంగినది.

వ. వెం. రా.

# భౌతిక విజ్ఞానము - 20 వ శతాబ్దము

మొదటి భాగము : ఇదివరకు నిశ్చితముగ పరిపూర్ణము అనుకొనిన సంప్రదాయ భౌతిక విజ్ఞానము, ఈ శతాబ్దపు ప్రథమ పాదారంభమున వెలుగు చూచిన అభివృద్ధి కారణముగ అనిశ్చితము, అసంపూర్ణము అని భావింపబడజొచ్చినది. ఈ క్రింది అయిదు విషయములును ఈ పర్యవసానమునకు మూలము:

1. ఎలక్ట్రాన్, రేడియోధార్మికత (రశ్మ్యుద్గారిత): ఈ రెండిటి ఆవిష్కరణ పరమాణు రచనను వివరించినది. పరమాణువులను పగుల గొట్టవచ్చును. అంతేగాక ఒక పరమాణువు మరొక పరమాణువుగ మారునట్లు చేయవచ్చును (ఉదా. పాదరస పరమాణువును బంగారపు పరమాణువుగ మార్చవచ్చును) ;
2. మన కిదివరకు పరిచితములగు దేశ, కాల ద్రవ్యరాశి, క్షేత్ర భావముల మౌలిక పునర్విచారము మూలముగ ప్రాదుర్భవించిన సాపేక్షతావాదము ఇది వరకు శాస్త్రమును బాధించుచున్న అనేకములగు భావ వైరుధ్యములను తొలగించినది ;
3. కాంతికి, (అది ఏ విధమైన వికిరణమైనను) కణస్వభావము ఆరోపింపబడినది. శక్తి కణ (క్వాంటం) వాదము వెలుగు చూచినది. ఇది మరల బోర్ పరమాణు ప్రతికృతి రచనకు త్రోవ చూపినది ;
4. పరమాణు భౌతికశాస్త్ర విషయములగు కణములు (ఎలక్ట్రాన్, కేంద్రకములు మొ.)గనే కాక తరంగములుగ కూడ పరిగణింపబడ జొచ్చినవి.

   ఈ కణ, తరంగ ద్వైధీభావము కణములకు తరంగములకు కూడ అన్వయించును. దీన 'క్వాంటం యాంత్రిక 'మను నొక నూతన శాస్త్రము ఉద్భవించినది. క్రమముగా ఈ శాస్త్ర మొక విధముగా వైజ్ఞానిక దర్శన శాస్త్రముగా రూపొందినది. ఇందలి అనిశ్చయతా సూత్రము, పూరకతా సూత్రము అను రెండు దార్శనిక భావములు పరమ ప్రధానములు ;
5. ఎలక్ట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లు, న్యూట్రాన్‌లు, మీసాన్‌లు, న్యూట్రినోలు ఇంకను నూతనములగు మరికొన్ని పరమాణు ఘటకములు ఆవిష్కరింపబడి వాటి ధర్మములు గుర్తించబడినవి.

పరమాణు భౌతిక శాస్త్రము ఈ శతాబ్ద ప్రారంభమున (1890-1914) శైశవ దశలో ఉండి నూతన విద్యుత్ ప్రయోగ ఫలితముల కారణమున శీఘ్రముగా అభివృద్ధిగన నారంభించినది. విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వమును గురించిన శాస్త్రము క్రిందటి శతాబ్దమందే సువ్యవస్థితమైనది. దీనివలన విద్యుదావేశములు, విద్యుత్ప్రవాహములు, విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రములు వీటి స్వభావము సుసంగతముగ విశదీకరింపబడినది. ఈ విజ్ఞానమును పారిశ్రామికముగ వినియోగించి సాంకేతిక శాస్త్రజ్ఞులు విద్యుత్తు యంత్రములు, శక్త్యుత్పాదక పరికరములు, దీపములు, వార్తాప్రేషణ సాధనములు వీటిని అమితముగా వృద్ధిచేసిరి. సిద్ధాంత పక్షమున మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములందు సూత్రితమైన ప్రాయోగిక నియమములు, తర్కపద్ధతి ననుసరించి రేడియో తరంగముల ఉనికిని ఆకాంక్షించగలిగినవి. ఈ సూచన ననుసరించి ఈ పూర్వ నిర్దేశము హెర్ట్స్ ప్రయోగములందు సమర్థింపబడినది. 19 వ శతాబ్దపు చివరి ఏండ్లలో రేడియో తరంగములు ఉత్పాదింపబడినవి. కాని, ఉపయోగించబడలేదు. కాంతి అత్యల్ప తరంగ దైర్ఘ్యముగల రేడియో తరంగ పరంపర యని గుర్తింపబడినది.

ఇట్లు భౌతిక విజ్ఞాన విశ్వ చిత్రము పరిపూర్ణము, సుస్థము అనుకొనిన కాలమందే పరమాణువుల, ఎలక్ట్రాన్‌ల విషయమై వెలుగు చూచిన నూతన విజ్ఞానము అతి వేగముగ సర్వతోదిక్కుముగ ప్రవహించజొచ్చినది. X — కిరణములు రేడియో ధార్మికత, కాంతి విద్యుత్ ఫలితము (ఫోటో ఎలక్ట్రిక్), తప్తధాతువులనుండి ఎలక్ట్రాన్ ఉద్గమము, విద్యుత్సర్గనాళములందు గోచరించు అయన్‌లు ఎలక్ట్రాన్‌లు గురించి గావింపబడిన కొలతలు - ఈ విజ్ఞాన స్రవంతి యొక్క కొన్ని ఉపస్రవంతులు.

ఇట్లు 20 వ శతాబ్దపు ప్రథమ పాదమందు విజ్ఞానము సర్వతోముఖముగ విజృంభించినది. కాని కొన్ని ఉపేక్షించుటకు వీలులేని భావ వైరుధ్యములు, అసంగతత్వములు ఈ జ్ఞాన శరీరమున ప్రవేశించినవి. కార్యకారియగు పరమాణు ప్రతికృతి నొకదానిని రూతర్‌ఫర్డు (1871-1937) ప్రకటించెను. అత్యల్ప పరిమాణము కలిగి పరమాణు భారమునంతను తనలో ఇమిడ్చుకొనిన ఒక కేంద్రకము చుట్టు, సూర్యుని చుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నరీతిని, ఎలక్ట్రాన్‌లు తిరుగుచున్నవి. ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్నియు సజాతీయములు. వాటి ద్రవ్య రాశి హైడ్రోజన్ పరమాణువు దానిలో $\frac{1}{1840}$ వంతు. ఎలక్ట్రాన్ ఋణవిద్యుదావిష్టము. దాని ఆవేశము $-1.6 \times 10^{-19}$ కూలామ్‌లు. కేంద్రకము ఊహకందని అల్పపరిమాణము కలది. దాని వ్యాసము ఒక ఆంగ్‌స్ట్రమ్ యూనిట్ ; అనగా పరమాణు వ్యాసమందు $\frac{1}{10,000}$ వ భాగము. కేంద్రకము ధన విద్యుదావేశమును వహించును. దీని మహత్వము మూలద్రవ్యమును బట్టి మారుచుండును. అది హైడ్రోజన్ కేంద్రకమందు (ప్రోటాన్) ఉండు + e మొదలుకొని యూరేనియమ్

పరమాణువులోనున్న +92 e వరకు విస్తరించియున్న ధనవిద్యుదావేశమును వహించును. ధన విద్యుదావేశ యూనిట్‌ల (+e) సంఖ్య 'Z' మూలద్రవ్యపరమాణువు యొక్క 'పరమాణ్వంకము'ను తెలియజేయును. ఈఅంకము (Z) ఆవర్తక్రమమందు ఆ మూలద్రవ్యముయొక్క స్థానమును నియమించును. పలన ఈ సంఖ్య కేంద్రకముచుట్టు భ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యనుకూడ సూచించును. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకము చుట్టు వేరువేరు పొరలలో అమరియున్నవి. ఈ పొరలలో అన్నిటికన్న పైన ఉన్నది ఆ మూలద్రవ్యపరమాణువుయొక్క రాసాయనిక ధర్మములకు మూలహేతువు. ఎలక్ట్రాన్‌లను ఆర్జించిగాని, కోలుపోయిగాని పరమాణువులు అయన్‌లుగా మారును. ధన, ఋణ విద్యుదావేశముల మధ్య గోచరించు విద్యుత్ బలములు అణువులందు పరమాణువులను బంధించును. దృష్టాంతము: సోడియమ్ క్లోరైడ్ లవణముయొక్క అణువు ($Na^+ - Cl^-$) ఇతర రాసాయనిక యౌగికములందు, ఎలక్ట్రాన్‌లు లవణముయొక్క అణువునందువలె స్థిరస్థానచ్యుతిని చెందక, అనగా అయన్‌లుగా మారక అణుఘటకములగు పరమాణువుల మధ్య పంచబడియుండును. పది ఎట్లున్నను పరమాణువుల, అణువుల అవయవములను సుఘటితము లొనర్చునవి విద్యుత్తు బలములే.

రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఉపకారకములగు ఈ పై సూచనలు తప్ప, రూతర్‌ఫర్డు ప్రతికృతిలో ఎలక్ట్రాన్‌ల విన్యాసము విషయమై విశదమగు నిర్మాణ వ్యవస్థ పదియును సూచితము కాలేదు. ఇదిగాక రూతర్‌ఫర్డు ప్రతికృతి ప్రకారము భ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు వాటి త్వరణము కారణమున విద్యుదయస్కాంత వికిరణమును వెలిబెట్టి, శక్తిని కోలుపోయి, క్రమముగా కేంద్రకమువైపు సర్పిలమార్గమును పట్టి తుదకు కేంద్రకమందు విలీనము కావలెను. అట్టి సంఘటన ప్రయోగము చూపలేదు. పరమాణువుల స్థిరత్వమునకు భంగము వాటిల్లుచున్నట్లు లేదు. కేంద్రక రచనా విజ్ఞానమునకు కొన్ని మూలద్రవ్యముల రేడియోధార్మికత రూతర్‌ఫర్డు ప్రయోగములు రూఢిపరచిన పరమాణు విచ్ఛేదన దారితీసినవి. రేడియోధార్మిక మూలద్రవ్యములు $\alpha, \beta, \gamma$ కిరణములను వెలిబెట్టునను విషయము ప్రయోగ రూఢమైనది. ఈ కిరణముల దృష్టశక్త్యతిశయమునుండి ఇవి కేంద్రకమునుండి ఉద్భూతమగుచున్నట్లగపడును. ద్రవ్యరాశివర్ణమాలలేఖిని కేంద్రక ద్రవ్య రాశులు ప్రోటాన్ ద్రవ్య రాశియొక్క పూర్ణాంక గుణిజములని నిరూపించినది. ఇట్లు కేంద్రకము ప్రోటాన్‌ల, ఎలక్ట్రాన్‌ల దృఢ సంఘాతమను సిద్ధాంతము బయలుదేరినది. కాని ఈ ప్రతికృతి సరియైనదికాదు. పలన ఎలక్ట్రాన్‌ల పరిమాణము అత్యల్పము. దాని తరంగ దైర్ఘ్యము ఎక్కువ. ఆ పొడవు ప్రయోగనిర్దిష్టకేంద్రక వ్యాసపరిధిలో ఇముడునదికాదు. ఇంతలో న్యూట్రాన్ (1932) ఆవిష్కరణ కేంద్రకమునకు ఒక నూతన ఘటకమును ప్రసాదించినది. నేడు కేంద్రకము ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్‌ల సంహత సంఘాత మని పరిగణించబడుచున్నది.

రేడియోధార్మిక ద్రవ్యపరమాణువుల కేంద్రకములు వాటియంతటవియే స్థిరత్వములను కోలుపోయి అతిశక్తియుత అంశద్రవ్యముల క్రింద విచ్ఛిన్నము లగుచున్నట్లు ప్రయోగము ప్రకటించినది. ఒక రేడియోధార్మిక ద్రవ్యరాశి విచ్ఛిన్నమగునపుడు అందుండు కొన్ని పరమాణువుల కేంద్రకములే విచ్ఛిన్నములై తక్కినవి కాకపోవుటకు కారణమేద్ది? ఇంకొక విధమున చెప్పినచో చాల పరమాణు కేంద్రకములు స్థిరత్వము గలవిగఉన్నను కొన్ని విచ్ఛిన్నమగుటకు కారణమేదియై యుండును? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమును అరయుటలో నూతన దృక్పథమును, దానితో సంబంధించిన యొక నూతన సిద్ధాంతమును మనము చేపట్టవలసి వచ్చినది.

## సాపేక్షతా సిద్ధాంతము

ఇంతలో సాపేక్షతా సిద్ధాంతము ఐన్‌స్టయిన్‌చే స్థాపింపబడి భౌతిక విజ్ఞానలోకమున ప్రతిష్ఠను ఆర్జించుకొనినది. వైజ్ఞానిక దార్శనిక పథమందు సిద్ధాంతము మనకొక మనశ్శిక్షణ సూత్రమును ఉపదేశించినది. ప్రకృతి స్వభావమును వివరించుటకై ఉద్దిష్టమైన ప్రతికృతులను ప్రయోగ పరీక్షకు యోగ్యముకాని వివరములతో నింపకూడదు. అట్టి వివరములగురించి ప్రశ్నించకూడదు. దృష్టాంతమునకు : ఎలక్ట్రాన్‌లకు రూపము, నియతకక్ష్యలు మొదలగు అప్రత్యవేక్షణీయ ధర్మముల నంటగట్టకూడదు. ఎలక్ట్రాన్‌లకొకరూపము, ఒకగతి, కక్ష్యఉన్నవని నిరూపించయత్నించకూడదు. ఈ పైది సిద్ధాంత దృక్పథమును గురించిన ఐన్‌స్టయిన్ హెచ్చరిక.

ఇక, కేవల భౌతిక విజ్ఞాన ప్రయోగక్షేత్రమందు చలనములోనున్న వస్తువుల అన్వేషణ కన్వయించు సాపేక్షతావాదము కొన్ని మాన సూత్రముల సూచించినది. వాటిలో ముఖ్యమైనవి ఈ క్రింద పొందుపరుపబడినవి :

1. చలనములోనున్న యొక వస్తువునకు సాపేక్షముగ విశ్రాంతి స్థితిలోగాని, లేదా చలన స్థితిలోగాని ఉన్న

ప్రత్యవేక్షకునికి, దాని విశ్రాంతి ద్రవ్యరాశికన్న ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని వస్తువు స్వీకరించినట్లు గోచరించును. ఆవస్తువు ద్రవ్యరాశి దాని వేగముతో అతిశయించుచుండును. వేగము కాంతి వేగముతో సంపతించునపుడు ఆ వస్తువు ద్రవ్యరాశి అనంతమగును. అందువలన భౌతిక వస్తువేదియు కాంతి వేగమునుగాని అంతకన్న ఎక్కువ వేగమునుగాని గ్రహించ జాలదు. ఏలన అట్టి వేగము నావస్తువునకు కలిగించుటకు అనంత బలప్రయోగ మావశ్యకము ;

2. శక్తి ఏ రూపములోనున్నను $m = \frac{E}{C^2}$ అను సమీకరణముచే సూచింపబడు ఒక నియత ద్రవ్యరాశి నది కలిగి యుండును [శక్తి/(కాంతి వేగము)$^2$].

3. 'm' అను ద్రవ్యరాశిగల వస్తువేదియైనను $mC^2$ నకు సమానమై దాని అంతరరచనయందు నిక్షిప్తమై యుండు శక్తిని కలిగియుండును; ఈ శక్తి దాని గతి, విశ్రాంతి శక్తుల సమ్మేళనము ;

4. భూత, వర్తమాన, భవిష్యత్కాలములను నిరన్వయముగ విడదీయుట కుదరదు. కొన్ని దృశ్య సంఘటనలు (అంతరాళములో అతి విప్రకృష్టములు, కాలములో అతి సన్నిహితములు) విషయమై, భిన్న చలనములు గల భిన్న ప్రత్యవేక్షకుల నిర్ణయములు భిన్నముగా ఉండును. చలనములోనున్న నొక కాంతి ప్రభవస్థానము ప్రత్యవేక్షకునికి దగ్గరగా వచ్చుచున్నను లేదా దూరముగా పోవుచున్నను అతడు కాంతివేగమును నిర్ణయించుటకు జరిపించు ప్రయోగము లన్నిట కాంతికి ఒకే వేగ మున్నదను నిర్ణయమునకు వచ్చును. అధిష్ఠాన చలన నిరపేక్షము కాంతి వేగము అను అభ్యుపగత ప్రమేయము నుండియే సాపేక్షతావాద నియమము లన్నియు నిష్కర్షింపబడినవి. ఒక ప్రత్యవేక్షకునికి ఏకకాల సంభవములుగ తోచు 'p', 'q' అను రెండు సంఘటనలు భిన్న చలన స్థితిలోనున్న ఇంకొక ప్రత్యవేక్షకునికి 'p', 'q' కు పూర్వభావిగ తోచును. ఇంకొకనికి 'q' పూర్వభావిగను 'p' పశ్చాద్భావిగను కన్పట్టును. అందువలన సాపేక్షతావాదము కార్యకారణ సంబంధమందు అచంచల విశ్వాసమును ఉంచరాదని మనల హెచ్చరించుచున్నది. ఈ సిద్ధాంతమును భౌతిక శాస్త్ర మాన విధానముల కన్నిటికిని సామాన్యముగ అన్వయించునట్లు మరింత విస్తృత మొనర్చినచో అందరి ప్రత్యవేక్షకులకును వారి మానపరికరమునకు సాపేక్షముగ, వారి చలనస్థితి ఎటుల నున్నను, వారిచే నిర్ణయించబడిన భౌతిక శాస్త్ర నియమము లన్నియు, ఒకే రూపమును స్వీకరించును అను అతి సామాన్య నియమము సిద్ధించును.

# పరమాణు భౌతికశాస్త్రము

ప్రాచీన దార్శనికులచే అస్పష్టరూపమున ప్రతిపాదించబడిన పరమాణు సిద్ధాంతము 19 వ శతాబ్దపు రాసాయనిక భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులచే నిశితము గావింపబడి బహుముఖముగ సమర్థించబడినది.

పరమాణు భావమునకు ఆధునికశాస్త్రపరిధిలో తొలిని సువ్యవస్థిత రూపమును ఇచ్చినవారు రాసాయనికులు(చూ. పరమాణు భావము). తరువాత ఈ భావము అచిరకాలములో భౌతికశాస్త్ర విషయమును ప్రవేశించి అనేక ద్రవ్య ధర్మముల వివరించ కలిగినది. ముఖ్యముగా ఇది వాయుప్రేషము, తాపక్రమము, విశిష్టోష్ణత మొదలగు చలదణు సిద్ధాంతభావముల వివరించ గలుగుటయే కాక, ఈ రాశుల మధ్యగల పారస్పరిక సంబంధముల విశదీకరించు మౌలిక నియమముల స్థాపనయందు విజయము గాంచినది; చలదణు సిద్ధాంతముయొక్క పర్యవసానముల సాధారణీకరించి, సాంఖ్యక, యాంత్రికశాస్త్ర దృక్పథమును చేపట్టి 'ఎంట్రోపి'* భావమునేగాక, ఇతరమైన అనేకములగు ద్రవ్యధర్మముల కూడ పరమాణువాదము నిర్వచించ గలిగినది. కొనకు పరమాణు వాస్తవికాస్తిత్వమునకు ప్రత్యక్ష ప్రమాణముల చూపినవారు భౌతిక విజ్ఞానులు. ఈ ప్రత్యక్ష కరణమునకు ఉద్దిష్టమైన ప్రయోగముల మధ్య బ్రౌన్యన్ చలనము (చూ. కొల్లాయిడ్‌లు) సాధకతమమగు సాధనము. అనేక మార్గముల ఆవాగాడ్రో సంఖ్యను లెక్కగట్టి, ఆ ఫలముల మధ్య సంవాదమును సాధించి, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణ్వస్తిత్వమును నిరాఘాటముగ నిరూపించిరి. భౌతిక ద్రవ్య పరమాణువు లన్నిటిలో హైడ్రోజన్ పరమాణువు లఘిష్ఠమైనది;ఆవాగాడ్రో సంఖ్య $6 \times 10^{23}$ కు సమానము అను ఈ రెండు విషయముల నుండి హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశి $1.66 \times 10^{-24}$ గ్రాములని తేలినది. మెండెలేయఫ్ (1834-1907) చే స్థాపింపబడిన భౌతికద్రవ్య పరమాణుశ్రేణియందు నేడు సుమారు 101వరకు పరమాణువులు గుర్తించబడినవి. ఈ ఆవర్తిక్రమ శ్రేణియందు మూల ద్రవ్యముల భౌతిక రాసాయనిక ధర్మములు ఒక పర్యాయక్రమములో గోచరమగు చుండును. ఈ పర్యాయత్వము తరువాత కణవాదముచే వివరింపబడినది. పరమాణు వ్యాసము $10^{8}$ సెం.మీ. శ్రేణిలో ఉన్నది. అందుచే పరమాణువు ఈ వ్యాసముగల గోళాకార మని అనుకొనవచ్చును.

పరమాణువు పరిచ్ఛిన్న పరిమాణములు కల ఘటకముల కూర్పు అని నిరూపించు ప్రమాణములు విస్తరింప

* తాపగతి వ్యవస్థయందు లభ్యముకాని శక్తి పరమాణువు.

బడుచున్న కాలమందే, విద్యుత్తుయొక్క కణమయ రచన స్థాపింపబడ ప్రారంభించినది ఈ పర్యవసాన మునకు త్రోవదీసినవి ఫారడే కనుగొనిన విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమములు. ద్రవ్యమందంతట ఎలక్ట్రాన్‌ల ఉనికిని గుర్తించి, విద్యుత్తు సంఘటనల సిద్ధాంతమును భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు తీర్చిదిద్దిరి. ధన విద్యుత్తు ఋణావిష్టము లగు ఎలక్ట్రాన్‌లకన్న చాల ఎక్కువ ద్రవ్యరాశితో కలసి ఉండును. ఋణవిద్యుత్తు అతి స్వల్ప ద్రవ్యరాశిగల ఎలక్ట్రాన్‌ల రూపమున విద్యుత్తుయొక్క చలాంశమువలె గోచరించును. అందుచేతనే ఎలక్ట్రాన్‌ల కన్న తక్కువ చలన సామర్థ్యముగల పరమాణు రూపమున ధన విద్యుత్తు ఉండునని తెలిసినది. ఇట్లు, అనేక విధములగు సమాన ధర్మములు కలిగిఉన్న ఈ రెండు విద్యుద్రూపముల మధ్య విలక్షణ వ్యత్యాస మొకటి గుర్తించబడినది. అది ఋణవిద్యుత్తునకు కన్న ధన విద్యుత్తునకు జడద్రవ్యముతో ఉన్న సాహచర్యము. ఈ వైజాత్యము పరమాణు రచన యందు ప్రధాన పాత్రను నిర్వహించుచున్నది.

బోర్ పరమాణువు : విద్యుత్తుయొక్క కణస్వరూప విజ్ఞానమును వినియోగించి భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు పరమాణు రచన వివరణమునకు పూనుకొనిరి. ప్రయోగక్షేత్రమందు అనేక విషయములు పరమాణువు కూడ అవయవి అయినట్లు, అనగా దానికి అంగరచన ఉన్నట్లు సూచించినవి. అందు ముఖ్యమైనవి, ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు గోచరించు మూలద్రవ్య ధర్మపర్యాయత్వము, ఉత్తేజిత పరమాణువులు వెలిబెట్టు వర్ణమాలరేఖల అత్యంత క్లిష్టతయును. అనేక పరిస్థితులలో అనగా ఉత్సర్గనాళమందు, వెలుతురుకు ఎదురు పెట్టినపుడు, వేడిచేసినపుడు ద్రవ్యమునుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉద్గతము లగుచున్నవి గనుక, ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు పుట్టుచోటు ద్రవ్యమే కావలయునను ఊహ సహజముగా తట్టవచ్చును.

1900 లో ప్రారంభించి పరమాణువుల భౌతిక రాసాయనిక ధర్మముల విశదముగా వివరించగల రచన ప్రతికృతులు ప్రకటింపబడినవి. తొలిని కల్పించబడిన ప్రతికృతులు అనేకములు అసమర్థములని తోచి, రూతర్‌ఫర్డు సూర్యుడు కేంద్రస్థానమందు గల గ్రహ వ్యవస్థను పోలు పరమాణు ప్రతికృతిని నిర్దేశించుటకు గల యావశ్యకతను గుర్తించెను. ఈ ప్రతికృతి ప్రకారము మెండెలేయఫ్ ఆవర్తక్రమమందు N అను క్రమాంకముచే నిర్దిష్టమైన అనగా N అను పరమాణ్వంకము గల పరమాణువునందు, కేంద్రక స్థానమందు Ne ధన విద్యుదావేశపు యూనిట్‌లకు వహించుచున్న కణము చుట్టు ప్రత్యేక ఋణవిద్యుదావేశ ఏకాంకమును వహించుచున్న N ఎలక్ట్రాన్‌లు, సూర్యుని చుట్టు గ్రహములవలె పరిభ్రమించు చుండును. ఈ కేంద్రకమందే పరమాణు ద్రవ్యరాశియంతయు నిక్షిప్తమై యుండును. ఈ ధన, ఋణ విద్యుత్తుల సమతులిత స్థితి కారణమున పరమాణువు మొత్తము మీద ఉండు విద్యుదావేశము తటస్థమగును. ఇట్లు మెండెలేయఫ్ క్రమమందు సరళతమ పరమాణువు (అనగా దేనియందు N మూల్యము యూనిట్‌కు సమానమగునో అట్టి పరమాణువు) హైడ్రోజన్ పరమాణువు. ఇందు $+e = 4.8 \times 10^{-10}$ ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్‌లు పరిమితి గల విద్యుత్తును వహించుచున్న కేంద్రకము చుట్టు అదే పరిమాణముగల ఋణవిద్యుదావేశమును వహించు ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమించు చుండును. ఈ సరళతమ కేంద్రకమునకు 'ప్రోటాన్' అని పేరు.

ద్రవ్యముగుండ దూసికొనిపోవు ఆల్ఫాకణముల పరిక్షేప విస్తారమును పరీక్షించిన రూతర్‌ఫర్డు కేంద్రస్థానమున నిక్షిప్తమై, అతి సంకుచిత ఘన పరిమాణము కల కేంద్రకమును విడచిపెట్టి, తక్కిన పరమాణుగోళ శరీరమంతయు శూన్యమను పర్యవసానమునకు రావలసి వచ్చినది. ఇచ్చట మరల మనకు ధన విద్యుత్తుయొక్క ద్రవ్యసాహచర్య ధర్మము తారసిల్లినది.

ఈ పై చెప్పిన రూతర్‌ఫర్డు ప్రతికృతికి కొన్ని అసమాధేయములగు ఆక్షేపణలు ఉండుటచే, వాటిని తొలగించి ఉపయోగ్యతరమగు ప్రతికృతి నొకదానిని బోర్ (1913) కల్పించ యత్నించెను. రూతర్‌ఫర్డు ప్రతికృతికి ఉన్న దోషములను తొలగించి దానిని మరింత దక్షముగా చేయు ప్రయత్నమందు బోర్, ప్లాంక్‌చే స్థాపితమైన క్వాంటం సిద్ధాంత (చూ. క్వాంటం వాదము) మందలి మూల భావములను ఉపయోగించెను. ఇట్లు నిష్పన్నమైన బోర్ ప్రతికృతి భౌతికశాస్త్ర చరిత్ర వికాసమందొక ప్రధాన ఘట్టము. ఏలన, ఇదివరకు అవగాహనకు చోటీయని వర్ణమాలనియమములు, మెండలేయఫ్ ఆవర్తక్రమమందు కన్పట్టు పరమాణు ధర్మపర్యాయత్వ ప్రదర్శనము - వీటి సమగ్ర వివరణకు బోర్ ప్రతికృతి వీలిచ్చినది.

బోర్ ప్రతికృతియొక్క ఆశ్చర్యావహ విజయములు, పరమాణు శరీరమందు కేంద్రకమునకు వెలుపలనున్న ఎలక్ట్రాన్ సన్నివేశమును గురించినవి. కాని ఇంతవరకు కేంద్రక రచన నిగూఢ విషయముగనే మిగిలినది. అతి సంకుచిత పరిమాణము $10^{-13}$ సెం.మీ. వ్యాసము కలిగి పరమాణు ద్రవ్యరాశి యంతటికిని నివాసస్థానమైయున్నను కేంద్రకముకూడ అవయవి అను ఊహకు కొన్ని సహజ

రేడియో ధార్మికత (బెక్రెల్, క్యూరీ ఆవిష్కరించిన విషయము)గల పరమాణువుల విచ్ఛేదన స్వభావము, తత్ఫలితమగు పరమాణు పరివర్తనము దారి తీసినవి. కాని యవి కేంద్రకరచన స్వరూపమును గురించిన జ్ఞానమును సమర్పించలేక పోయినవి. దీనికి కారణము, కేంద్రక రచనయందు పరివర్తనమును కలిగించు ప్రక్రియలు కల్పిత ప్రయోగ పరిస్థితులచే వికారమొందకుండ, ప్రయోగమున కందని వేగముతో సంభవించుటయే. కాని 1919 లో రూతర్ ఫర్డు స్వల్పభారముగల నైట్రోజన్ పరమాణువులను శీఘ్రముగా చలించు ఆల్ఫాకణములచే ఘట్టించినపుడు, ప్రోటాన్‌లు (హైడ్రోజన్ కేంద్రకములు) జనించుచున్నవని నిరూపించుటలో ఈ విషమ పరిస్థితి కొంత సడలినది. ఈ రీతిని కృత్రిమ సాధనముల వలన మూలద్రవ్య పరివర్తనము సాధ్యసంభవమని రుజువైనది. ఇంతేకాదు, పరమాణు కేంద్రకముల విచ్ఛేదనమునకు ప్రరోచించి వాటి రచనను అన్వేషించుటకు ప్రబల సాధనము భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల చేజిక్కినది.

సమస్థానీయముల ఆవిష్కరణ (చూ. సమస్థానీయములు) నాటికి తెలిసిన పరమాణు కేంద్రక ప్రధానలక్షణములగు ధనవిద్యుదావేశము, ద్రవ్యరాశి - ఈ రెండును పరస్పర సంబద్ధములు కావని సూచించినది. ప్రత్యవేక్షణకు సాధ్యములుకాని కొన్ని సంఘటనలను అటుంచినచో, పరమాణువుయొక్క భౌతిక రాసాయనిక ధర్మములన్నియు, కేంద్రక సన్నివిష్టమైన ధనవిద్యుదావేశముపై అనగా పరమాణ్వంకముపై ఆధారపడి యుండునని బోర్ సిద్ధాంతము నిరూపించినది. అందువలన సమాన విద్యుదావేశము, సమాన భౌతిక రాసాయనిక ధర్మములు, భిన్న భిన్నద్రవ్యరాశులు కల కేంద్రకములు ఉండవచ్చును. తామ్సన్, ఆయన శిష్యుడగు ఆస్టన్-వీరి ప్రసిద్ధప్రయోగములు మూలద్రవ్య సమస్థానీయములను అనేకముల ప్రకటించినవి. ఇటీవల ఆవిష్కరింపబడిన కృత్రిమ రేడియో ధార్మికత ద్రవ్యములలో చాల సమరూప కేంద్రకములు అనగా సమాన ఆవేశములు, సమాన ద్రవ్యరాశులు గలిగి, భిన్న రేడియో ధార్మికతలుగల కేంద్రకములు బయలుపడినవి.

1925 నాటికి ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను రెండే కేంద్రక ఘటకములు తెలిసినవి. ఈ రెండును కేంద్రక రచనయందు ఎట్లు పాల్గొనునని భావింపబడుచుండెనో తెలుపుటకొక దృష్టాంతమును తీసికొందము. మెండెలేయఫ్ ఆవర్త క్రమమందు 'N' స్థానమును ఆక్రమించిన, అనగా N పరమాణ్వంకము కలిగి Ne ధనవిద్యుదేకాంకముల ఆవేశము గల కేంద్రకమందు $n_p$ ప్రోటాన్‌లు $n_E$ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండవలెను. ఈ రెండింటి భేదము $n_p - n_E = N$ పరమాణ్వంకమగును. ఇంతేకాక ఎలక్ట్రాన్‌ల ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్‌తో సరిపోల్చి చూచినచో గణనలోనికి తీసికొని రానక్కరలేనంత స్వల్పము గనుక, కేంద్రక ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్‌ల ద్రవ్యరాశుల సంకలిత ఫలమే అగును. అందువలన అన్ని మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారములును హైడ్రోజన్ పరమాణు భారముయొక్క గుణిజములే కావలయును. కాని ఈ ఊహ ప్రత్యక్ష భూతార్థములచే సమర్థింపబడలేదు. ఏలన పరమాణు భారములు తరచుగా హైడ్రోజన్ పరమాణు భారముయొక్క గుణిజములుకావు. కాని ఈ విషమస్థితి సమస్థానీయముల ఆవిష్కరణచే తొలగింపబడినది. ఏలన సమస్థానీయ కేంద్రకములభారములు హైడ్రోజన్ కేంద్రకభారము యొక్క గుణిజములేయని తెలిసినది. కాని మూలద్రవ్యముల వ్యక్తపరమాణు భారములు గుణిజరాశికి దూరము లగుటకు కారణము సామాన్యముగా మూలద్రవ్యము లన్నియు ఒక నియత నిష్పత్తిలోనున్న సమస్థానీయముల మిశ్రములగుటయే. అనగా మూలద్రవ్య పరమాణు భారము దాని సమస్థానీయ భారముల సరాసరి. ఈ సరాసరి పూర్ణాంక సంఘటితము కాకపోవచ్చును. పరమాణు భారము సమస్థానీయ భారముల సరాసరి యని మనమంగీకరించినను వివిధ కేంద్రకముల ద్రవ్యరాశి సరిగా ఘటక ప్రోటాన్‌ల సంకలిత ద్రవ్యరాశికన్న లేశమాత్రము తక్కువగా నున్నట్లు గుర్తించబడినది. దీనికి ద్రవ్యరాశి న్యూనత అని పేరు. కాని దీనికి సమాధానమును సాపేక్షతావాద ద్రవ్య, శక్తి సమీకరణ సూత్రమును ఆశ్రయించి కల్పించవచ్చును, ప్రోటాన్‌లు సంహతములై కేంద్రకములు ఏర్పడు ప్రక్రియలో కొంతశక్తి విడివడి, బాహ్య ప్రపంచమును ప్రవేశించును. ఈ శక్తిగా మారిన ద్రవ్యరాశి కేంద్రక ద్రవ్యరాశినుండి కొరవడును. పర్యవసానమున ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను రెండు ఘటకములును కేంద్రక రచనయందు పాల్గొనుచున్నవను కల్పన నిర్దోషమని మొదట తోచినది. కాని ఈ కల్పనకూడ సమంజసము కాదనియు, అది మార్చబడవలె ననియు అనేకప్రయోగ భూతార్థములు సూచించుచున్నవి. కేంద్రక ఘటకము లనేకములు (నేడవి 31 కి తక్కువకాకుండ ఉన్నవి) నేడు బయలుపడినవి. అందువలన కేంద్రక రచనను గురించిన మన భావములు స్పష్టముగా విపరీత పరివర్తనను చెందినవి.

కాని ఈ విషయములను అవగాహించుకొనుటకు పూర్వము తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము, కణభ్రమణ

భావము - ఈ రెండును కణములను గురించిన మన జ్ఞానమును ఎట్లు సోపప్లవముగ మార్చినవో గ్రహించవలసి ఉన్నది. కాంతి ప్రసారము కణ రూపమా లేదా తరంగ రూపమా అని 18 వ శతాబ్దమందు చెలరేగిన వివాదము ఇటీవల ఈ భిన్నదృక్పథవ్యక్త సమన్వయమునందు పర్యవసించినది. కాంతి తరంగ రూపమనుటకు సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్రము కాంతి మిథోఘట్టనము, వివర్తనము మొదలగు నిరాక్షేప్య ప్రమాణముల ప్రకటించినది. ఇటీవల కాంతి విద్యుత్ఫలితము, కాంప్టన్ ఫలితము అను రెండు సంఘటనలు కాంతి శాస్త్రమందు కణభావమును మరల స్థిరముగ ప్రవేశపెట్టినవి. కాంతి కణమునకు 'ఫోటాన్' అను పేరుంచబడినది. $\nu$ అను పౌనఃపున్యముగల ఏకవర్ణ కాంతి తరంగమందు, ఈ కాంతి కణము $h\nu$ అను శక్తిరాశిని కలిగియుండును, ఇచ్చట 'h' ప్లాంక్ స్థిరాంకము (చూ. క్వాంటంవాదము).

దృఢప్రయోగ ప్రమాణరూఢమైన తరంగ సిద్ధాంత నియమములకు భంగము రాకుండ కాంతి ప్రసారస్వరూపము విషయమై ఫోటాన్ భావమును ఉపయోగించవలసి వచ్చుటచే, కణ తరంగ భావముల రెంటియుగ పదుపయోగము నాలోచించి, భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు సంభావ్యతా గణితమును ఆధారముగాగొని యొక సంకీర్ణ కణతరంగ సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిరి. ఈ నూతన కాంతి స్వభావ ద్వైత భావము ద్రవ్యకణములకు కూడ అన్వయింపచేసి 1923 - 1927 మధ్య 'తరంగయాంత్రిక'మను పేర డిబ్రోయ్ ఒక నూతన సిద్ధాంతమును స్థాపించెను.

కాంతి సిద్ధాంతమందు ఫోటాన్ అను కణ భావముతో కాంతితరంగ భావము మేళవించబడినట్లే తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతమందు ద్రవ్యకణ భావముతో మరల తరంగ భావమునకు సాహచర్యము స్వీకరించబడినది. (చూ. తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము). దీనినుండి బోర్ పరమాణు ప్రతికృతిలో ఎలక్ట్రాన్ గ్రహించు క్వాంటీకృతస్థితులు భ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌తో సహచరించుతరంగముల స్థిర రూపములని నిర్వచించవలసి వచ్చినది. ఇది మరల కాంతి మిథోఘట్టనమును పోలు మిథోఘట్టన సంఘటన ఎలక్ట్రాన్‌లకు కూడ ఉచిత పరిస్థితులలో సాధ్యసంభవమను పూర్వనిర్దేశమునకు వీలు ఇచ్చినది. ఎలక్ట్రాన్‌లు, ద్రవ్యము కణరూపములన్న దృక్పథమునకు సంపూర్ణముగ విరుద్ధముగా నున్న ఈ పూర్వ నిర్దేశము సత్యమని రుజువు చేయుచు 1927 లో ఎలక్ట్రాన్ కిరణములను స్ఫటికముల గుండా పంపినపుడు కాంతి చూపు వివర్తన దృశ్యము డేవిసన్ - జెర్మర్ ప్రయోగములందు ఎలక్ట్రాన్‌ల విషయమై కూడ చక్షుర్గోచరమైనది. తొలిని కాంతి ప్రసార విషయమున ఆవిష్కరించబడిన ఈ తరంగ కణ ద్వైవిధీభావము, ద్రవ్యమునకు కూడ వర్తించునని రూఢమైనది. ద్రవ్యకణము లన్నిటితో కాంతి కణము లగు ఫోటాన్‌లతో వలె సహచరించుచు తరంగము లుండును. ఈ ద్రవ్యకణముల ధర్మములన్నిటిని తరంగ యాంత్రిక ప్రక్రియలచే విశదీకరించవచ్చును. ఇట్లు తరంగ క్షేత్ర మొకటి ప్రతికణమును (ఇది కాంతికణము కానిమ్ము లేదా ద్రవ్యకణము కానిమ్ము) ఆశ్రయించియుండును.

1925 లో ఈ పై నిరూపించిన కణ భావ పరివర్తన పొడసూపుచున్న కాలమందే ఈ కణములకు స్వయం భ్రమణమను మరి యొక నూతన ధర్మమును భౌతిక విజ్ఞాను లారోపించవలసి వచ్చినది. కేవల క్వాంటంవాద ప్రమేయముల సహాయముననే సాధారణకాంతి వర్ణమాలయందు, X - కిరణ వర్ణమాలయందు గోచరించు సూక్ష్మ రచన అని పిలువబడు రేఖా విశ్లేషణము, జేమాన్ ఫలితమువంటి అసాధారణ అయస్కాంత సంఘటనలు, వివరించ సాధ్యములు కావు. అందువలన ద్రవ్యరాశి, విద్యుదావేశము కాక ఎలక్ట్రాన్‌కు స్వయంభ్రమణమను మరియొక లక్షణము కలదను ఊహ ఆవశ్యకమైనది. స్వయం భ్రమణమున బొంగరము వలె తనలో తాను తిరుగుటవంటి భ్రమణము. స్వీయాక్షముపై ఇది తిరుగుట మూలమున ఎలక్ట్రాన్‌కొక విశిష్ట కోణీయ గతిభారము, విశిష్ట అయస్కాంత బిభ్రమిష ఉండును.

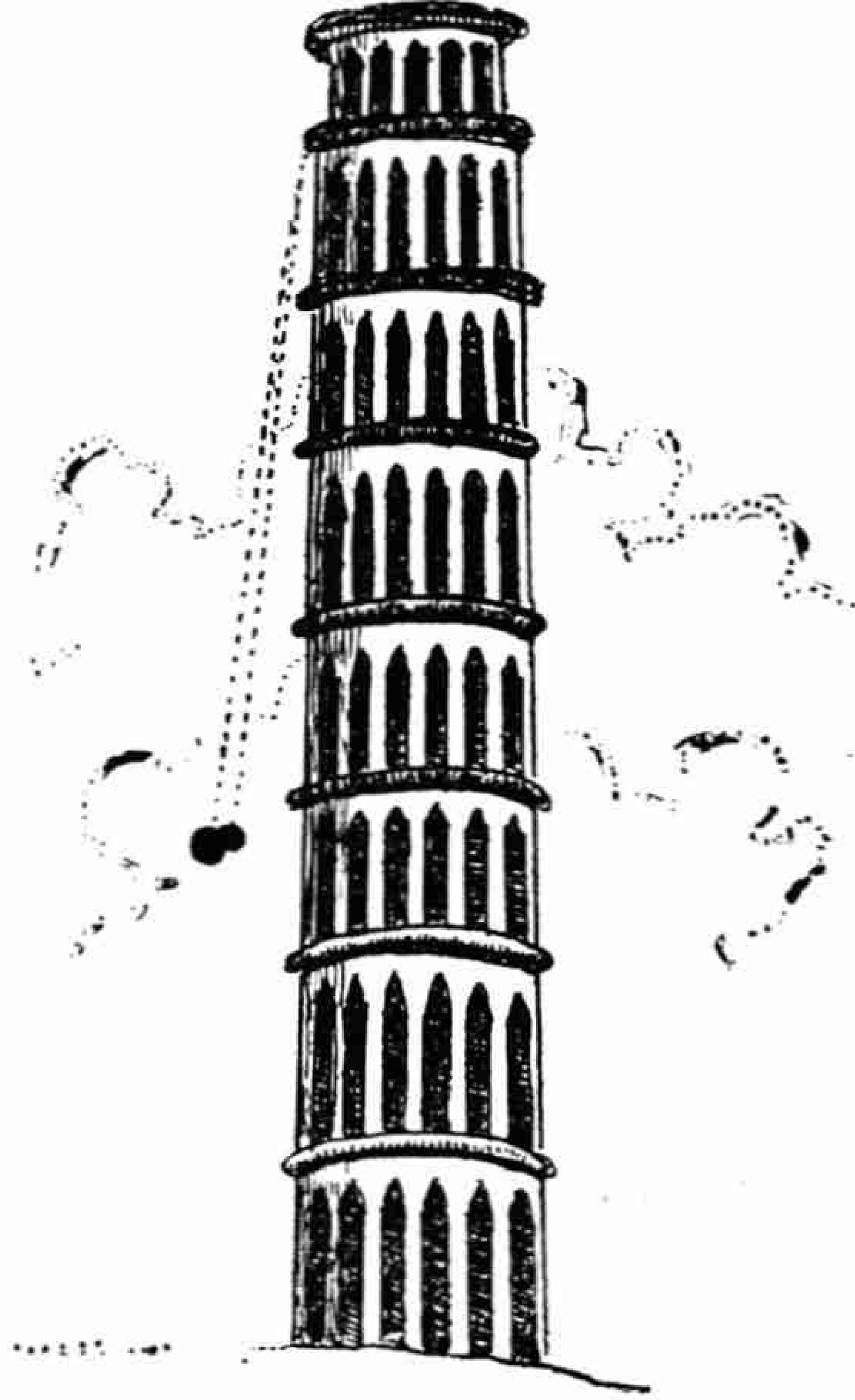
ఈ భావము ఉహ్లెన్ బెక్, గౌడ్‌స్మిట్టులచే ప్రవేశపెట్టబడినది. వీరి ఊహాప్రకారము $\frac{1}{2}h/2\pi$ కోణీయగతిభారము, $eh/4\pi mc$ బోర్ మాగ్నెటానుల అయస్కాంత బిభ్రమిష ఎలక్ట్రాన్‌కు ఆరోపించ బడవలెను. ఈ కల్పనలను ఆశ్రయించి పూర్వ సిద్ధాంతములచే వివరించ సాధ్యము కాని వర్ణమాలయందును, అయస్కాంత ధర్మములందును కనవ్పట్టు అసాధారణ సంఘటనల వివరించ వీలైనది.

తరంగయాంత్రిక శాస్త్ర ప్రమేయములను ఆశ్రయించి డిరాక్ ఎలక్ట్రాన్ స్వయంభ్రమణ సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ద్రవ్యకణ ప్రవర్తన విషయమైన సమకాలీన భావ వికాసమందు ప్రధాన ఘట్టమగు ఈ రమణీయ డిరాక్ సిద్ధాంతమును తడవుట కిచ్చుట తావులేదు. కాని తరువాత ప్రయోగముచే విజయవంతముగ సమర్థింపబడిన పూర్వనిర్దేశము నొకదానిని డిరాక్ తన సిద్ధాంతము నుండి నిగమించగలిగెను. అది ధన సంజ్ఞిత ఎలక్ట్రాన్ ఉనికి విషయమైనది.

తరంగ యాంత్రిక వాదమందు ప్రతిపాదింపబడిన సాధారణ భావ సందోహ కథనమును ముగించక ముందు వినిమయశక్తి భావమును గురించి కొంచెము చెప్పవలసి

యున్నది. తరంగ యాంత్రిక దృష్టిపథములో రెండు సజాతీయకణముల మధ్య పరస్పర ప్రతిక్రియ గోచరించు సందర్భమున ఆ రెండింటి మధ్య రెండు విధములగు మిథశ్శక్తి కన్పట్టును. మొదటిది సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్రముచే సూచించబడిన రెండు విరుద్ధ విద్యుదావేశముల మధ్యనుండు స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రమందు కన్పట్టు కూలామ్ ఆకర్షణ ఫలము ; రెండవది - రెండు సజాతీయ కణముల మధ్య కన్పట్టు పారస్పరిక వినిమయశక్తి - ఇది కూడ ఆ రెండిటి అన్యోన్య ప్రతిక్రియా ఫలమే. సంప్రదాయ భావముల ఆశ్రయించి వివరించుటకు వీలులేని ఈ శక్తి వినిమయ భావము ప్రకృతి సంఘటనల వివరణకు అమితముగా ఉపకరించినది. దీని సహాయముననే ముఖ్యముగా రాసాయనికశాస్త్ర ప్రధాన భావమగు యోజనీయతా బలముల విశిష్ట లక్షణమును విశదీకరించ వీలైనది.

మే. వ. న.



ఆరిస్టాటిల్ సంప్రదాయమందుగల మూఢవిశ్వాసముచే అవరుద్ధ నేత్రులగు పీసావిశ్వవిద్యాలయాచార్యుల కన్నులను విప్పుటయందు సమర్థమైన గెలిలియో ప్రయోగము నకు కేంద్రమగు పీసానగరగోపురము.

# రాసాయనిక విజ్ఞాన సమీక్ష

## రాసాయనిక విజ్ఞాన స్వరూపము

'రసాయన' మనగా ముదిమి, రోగము లేకుండచేయు మందు. రాసాయనిక రచనకు వలయు ప్రక్రియలన్నియు రాసాయనిక శాస్త్ర విషయములే. ఒకప్పుడు రాసాయనిక శాస్త్రము చికిత్సావిధానశాస్త్రముగనే రూపొందినను, నేటి రాసాయనిక శాస్త్రము చికిత్సా శాస్త్రముకన్న చాల విస్తృతమైనది.

మనము వాడుక చేయుచున్న రాసాయనికశాస్త్ర శబ్దమువలె పాశ్చాత్యులు వాడుకచేయు 'కెమిస్ట్రీ' అను పదము 'ఆల్కెమీ'అను అరబ్బీ పదమునుండి ఉత్పన్నము. ఆల్కెమీ అనిన, నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చు కళ. దీనికి భారతీయులు 'రసవాదము' లేదా 'ధాతువాద' మని పేరిడిరి. నేటి కెమిస్ట్రీ ధాతువాదమును దాటి చాల పెరిగినది. కాగా, రాసాయనిక శాస్త్రమను పేరు ఒకప్పు డీ శాస్త్రము రసాయనౌషధ నిర్మాణజ్ఞానమునకు అంగముగా నుండినట్లు ఎట్లు సూచించుచున్నదో అట్లే కెమిస్ట్రీ అను పదముకూడ ఒకప్పు డీ శాస్త్రము రసవాదమునకు సహాయకారిగా ఉండెడిది అను విషయమును తెలియజేయుచున్నది.

నేడు రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్య దృష్టి, ధాతువులను బంగారముగా మార్చుటయుకాదు, మందులను తయారుచేయుటయుకాదు. బంగారము చేయుటయందు, మందులు చేయుటయందు ఇంద్రియగోచరములగు వస్తుస్వభావ స్వరూపములందలి మార్పు క్రమముగా రాసాయనిక శాస్త్రావేత్తకుని ప్రధాన పరీక్షా విషయమైనది. దృశ్యప్రపంచ మంతయు మార్పుల వరుసగనే మనకు ఇంద్రియ ప్రత్యక్షమగుచున్నది. ఆ మార్పులు స్థూలముగా వస్తువుల స్థానము లందు మార్పు, అవస్థయందు మార్పు, లేదా సంఘట్టన మందు మార్పు అని మూడువిధములుగా వర్గీకరించవచ్చును. అందు మొదటి రెండు రకముల మార్పులను, వస్తుస్వభావమును తాకవు, మూడవమార్పు స్వభావము అన్యథాచేయును. ఇట్టిమార్పులే రాసాయనికశాస్త్ర విషయములు.

ఇంకొకవిశేషము, వస్తువు స్థానమందు మార్పు కాక తక్కిన రెండురకముల మార్పులను ఆధారము చేసికొని మనచుట్టునున్న వస్తువులనన్నిటిని మిశ్రద్రవ్యములు, యౌగికద్రవ్యములు, మూలద్రవ్యములు అని మూడు తరగతులుగా విడదీయవచ్చును. మిశ్రములనగా వస్తువుల కలగలుపు. ఈ కలగలుపువలన మిశ్రమందలి ప్రత్యేక ద్రవ్యముల లేదా, ఘటకముల ధర్మములలో మార్పేదియును సంభవించదు. మిశ్రముల ధర్మములు, ఘటకముల ధర్మములకు మధ్యస్థముగా ఉండును. మాటకు బొగ్గుపొడిని గంధకపుపొడిని కలిపినచో వచ్చు మిశ్రచూర్ణపు ధర్మములలో నొకటియగు రంగు పసుపు నలుపులకు మధ్యగా ఉండును. గంధకపుపాలే ఎక్కువైన పసుపురంగు ఎక్కువగా ఉండును. బొగ్గుపాలెక్కువైన నలుపురంగు ఎక్కువగా ఉండును. అదిగాక బొగ్గురేణువులు, గంధకపు రేణువులు వేరువేరుగా మనకంటి కగుపించును. ఇట్లే మిశ్రమునందు ఇతర ఘటకములనుకూడ వేరువేరుగా గుర్తించవచ్చును. ఇట్టి మిశ్రమునుండి కేవల భౌతిక ప్రక్రియలచే ఘటకములను వేరుచేయవచ్చును. ఇట్టి భౌతిక పద్ధతులకు యాంత్రికపద్ధతులనికూడ పేరు గలదు. సృష్టిలో ఇట్టి మిశ్రద్రవ్యములు అనేకములుగా ఉన్నవి. వస్తువులన్నియు మిశ్రములుగానే ఉన్న వనిననూ తప్పులేదు. గాలి, ఆహారపదార్థములు, మన్ను, రాళ్ళు, ఖనిజములు, ఇవి కొన్ని మనకు పరిచితమగు మిశ్రద్రవ్యములు.

రెండవరకపు ద్రవ్యములగు సంయుక్తద్రవ్యము లిట్లు యాంత్రికప్రక్రియలచే వియోజ్యములుకావు. సంయుక్త ద్రవ్యమందున్న ద్రవ్యములను విడదీయుటకు చాల ప్రబలమగు ప్రక్రియలు ఆవశ్యకములు. కాంతి, ఉష్ణము, విద్యుత్తు, లేదా రాసాయనికప్రక్రియలు మొదలగు ద్రవ్యస్వభావమును మార్చగల ఉపాయములుపయోగించిన గాని సంయుక్తద్రవ్యములు వియోజ్యములుకావు. సంయుక్త ద్రవ్యమును ఉచితపద్ధతుల నుపయోగించి విడదీసినపుడు గాని, లేదా ప్రత్యేకద్రవ్యముల నుండి సంయుక్తద్రవ్యమొకదానిని తయారుచేసినప్పుడుకాని గుర్తించవలసిన ముఖ్యవిశేష మొకటున్నది. అది ఏమన వస్తుధర్మముల యందలి ఆకస్మికమగుమార్పు. సంయుక్త ద్రవ్యములనే యౌగికములు అందురు. నీరు యౌగికద్రవ్యము. దాని అంగ ద్రవ్యములను వేరుచేయవలెనన్న ప్రవాహ విద్యుచ్ఛక్తినైన ఉపయోగించవలెను; 2000°C తాపక్రమమువద్దదానిని గురిచేయవలయును. విచ్ఛేదన క్రియాఫలితము లగు హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌లకు నీటితో గుణసాదృశ్యము ఏమాత్రమును

లేదు. తొలి రెండును వాయువులు, తుదిది ద్రవము. అట్లే గంధకమును తామ్రచూర్ణముతో వేడిచేసిన వచ్చు గంధకిత రాగిని, తామ్రగంధకములకును గుణసాదృశ్యము ఆవంతయునులేదు. యౌగిక ద్రవ్యమగు కాపర్ సల్ఫైడ్‌లో తామ్రగంధకముల గుణచ్ఛాయలను ఏమాత్రమును కానము. ఇందువలన మనము గుర్తించవలసిన విషయ మేమన, ఘటకగుణములు మాయమై నూతనగుణములు ఆవిర్భవించుట యౌగికద్రవ్యము ఏర్పడుటకు గుర్తు. ఇది వరకు ఘటకద్రవ్యములలో కానరాని గుణములు యౌగిక ద్రవ్యమందు కనపడునట్లుచేయువస్తువులయందలిమార్పునకు రాసాయనికపుమార్పు అని పేరు. ఘటకద్రవ్యములనుండి యౌగికద్రవ్యమును సాధించుటగాని లేదా యౌగికద్రవ్య మును ఘటకద్రవ్యములుగా విడదీయుటగాని రాసాయని కపు మార్పులే. తగుప్రక్రియలచే యౌగికద్రవ్యములను సాధ్యమైనంతవరకు విడదీసిన లభించు ద్రవ్యములకు 'మూల ద్రవ్యము'లని పేరు. అనగా, మూలద్రవ్యములు భాగములు కలవి కాకపోవుటచే వాటికంటెను సరళములగు ద్రవ్య ములక్రింద వాటిని విడదీయుట అసంభవము. దీనినే ఇంకొకవిధముగా చెప్పవలెననిన మూలద్రవ్యములు ఇతర ద్రవ్యములనుండి ఉత్పన్నమైనవి కావు; ఇతర యౌగిక ద్రవ్యములు వీటినుండియే ఏర్పడును.

ఇటీవల రేడియో ధార్మికతకల కొన్ని మూలద్రవ్య ములు వాటంతటవే, సరళతర మూలద్రవ్యములక్రింద విచ్ఛేదన మొందుచున్నవని తెలియవచ్చినను, ఈ ప్రక్రియ అతివిలక్షణమైనదగుటచేతను, దీనిని వెనుకకు నడిపించి జనకమూలద్రవ్యమును సాధించ వీలుగాకుండుట చేతను, మనము పైని నిరూపించిన రాసాయనిక మూలద్రవ్య నిర్వచనమును మార్చనక్కరలేదు.

మూలద్రవ్యములు, యౌగిక ద్రవ్యములు ఇంకొక విషయములోకూడ మిశ్రద్రవ్యములకన్న భిన్నముగా ఉండును. మిశ్రద్రవ్యములు సజాతీయాంశములు కలవి కావు. తక్కిన రెండువిధములగు ద్రవ్యములను సజాతీ యాంశములు గల శుద్ధద్రవ్యములు. ఏలయన, ఏవిధము చేతనైన లబ్ధమగు ఎంత అల్పకణమైనను రాశియందు ద్రవ్యము కనపరచు ధర్మములను కనపరచును. అనగా, పంచదార ఎంత అల్పకణమైనను పంచదారయే. మిశ్రము లట్లుగాక సజాతీయ రచనకలవి కావు. ఇదిగాక మిశ్రములకు యౌగిక ద్రవ్యములకు ఉండు పారిమాణిక రచనా నియమములు లేవు. మిశ్రములో అంశములపాళ్లు ఇచ్చవచ్చినట్లు మార్చగలము. యౌగిక ద్రవ్యముల విషయమై అట్టి స్వేచ్ఛకు అవకాశము లేదు. అందున్న అంశ ద్రవ్యముల పరిమాణములు ప్రకృతిచేతనే నియమితములు. అనగా, యౌగికద్రవ్యము నియతపరిమాణముగల అంశ ములనుండియే సిద్ధించును. హెచ్చుగానుండు అంశము సంయోగమున పాల్గొనక మిగిలిపోవును.

తులాయంత్రము చేతిలో ఉంచికొని ప్రకృతి యౌగిక ద్రవ్యరచనకు కడంగినదా యని ఆల్ జల్డాకీ అను మహమ్మ దీయ రాసాయనికుడు పదియవశతాబ్దములో ఆశ్చర్య పడినాడు.

యౌగికద్రవ్యభావము రాసాయనిక ప్రకృతియందిమిడి యున్న నియమసంపద నెట్లు తెలియజేయుచున్నదో, మిశ్రద్రవ్యభావ మట్లే నియమరాహిత్యమును సూచించు చున్నది.

వస్తువులగుణపరీక్ష నిజముగా భౌతికశాస్త్రవిషయము. యౌగికద్రవ్యము వాస్తవికముగా ఉత్పత్తియైనదని వస్తు వుల భౌతికగుణపరీక్షవలననే తెలియనగును. అందుచే రాసాయనికపుమార్పు సమగ్రపరిశీలనకు వస్తువుల భౌతిక గుణజ్ఞానము అత్యంతావశ్యకము. అట్లగుటచే రాసాయనిక శాస్త్రము ప్రతి వస్తువుయొక్క భౌతిక గుణములను తెలిసి కొనుటయే కాక, గుణములయందలి మార్పులకు సంబం ధించిన సంఘటనల నన్నిటినిసూక్ష్మముగా పరిశీలించవలెను.

పైచర్చను ఆధారముచేసికొని రాసాయనికశాస్త్ర నిర్వ చనమును ఇట్లు సంగ్రహించవచ్చును: 'ద్రవ్యముల సంఘట్టన యందలి మార్పులను పరిశీలించుశాస్త్రము రాసాయనిక శాస్త్రము'.

శతాబ్దములతరబడి పెరిగిన రాసాయనిక విజ్ఞానము అతివిస్తృతమగుటచే అనుశీలనాసౌకర్యము కొరకు ఈ క్రింద చూపిన విషయవిభాగములు నేటి రాసాయనికులచే అంగీకరింపబడినది :

1. ద్రవ్యస్థితులు – వాయు, ద్రవ, ఘన, ద్రావణ, మిథ్యా ద్రావణ (కొల్లాయిడ్) స్థితులు ;
2. సామాన్యరాసాయనిక శాస్త్రము–శాస్త్రమున కంతకును అన్వయించు మూలభావములు : మూలద్రవ్యములు, మిశ్ర ములు, యౌగికములు, రాసాయనికపు మార్పు, ద్రవ్య నిత్యతానియమము, రాసాయనిక సంయోగనియమములు మొదలైనవి ;
3. పరమాణుభావము, పరమాణుసిద్ధాంతము, అణుభావము, అణుసిద్ధాంతము, యౌగికముల అణుభారములు, మూల ద్రవ్యముల పరమాణుభారములు, ఆవర్తక్రమము ;
4. పరమాణురచన : దీని సహాయమున రాసాయనికుడు పర మాణువులమధ్య జరుగు రాసాయనిక సంయోగమునకు గల హేతువుల తెలియగలుగుచున్నాడు. అందుచే పర మాణు రచనాపరిశీలన రాసాయనికునికి కూడ అతి ముఖ్యమైనది ;

5. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము : యౌగికములందు ఘటకములగు మూలద్రవ్యములను గుర్తించుటకు ఆ ఘటకముల పరిమాణసంబంధములను అరయుటకు కావలసిన పద్ధతులు, ఈ విశ్లేషణమునకు సాధనములుగా ఉపయోగించు ప్రక్రియాభేదములను బట్టి ఈ భాగము రాసాయనికవిశ్లేషణము, విద్యుద్విశ్లేషణము, కాంతివిశ్లేషణము, తాప విశ్లేషణము అను ఉపభాగములుగ ఉన్నది;

6. సంయోజక రాసాయనిక శాస్త్రము : కార్బన్ యౌగిక ద్రవ్యముల చేయు పద్ధతులు ;

7. జీవరాసాయనికశాస్త్రము : జీవ ప్రక్రియలయందు ఇమిడియుండు రాసాయనిక ప్రక్రియల పరామర్శ;

8. వ్యవసాయరాసాయనికశాస్త్రము : వృక్షముల పోషణపై మన్ను, నీరు, ఎరువులు మొదలగు ఇతరపదార్థములయు, వాతావరణము యొక్కయు ప్రభావమును పరీక్షించుట ;

9. పారిశ్రామిక రాసాయనిక శాస్త్రము : ప్రకృతియందు దొరుకు ముడిద్రవ్యములను మనుజునికి పనికివచ్చు వస్తువులుగా మార్చుటకు అవసరమగు రాసాయనికపు మార్పు పరిశీలన ;

పైని నిరూపించిన చివర నాలుగు విభాగములును సామాన్యముగా వినియుక్తరాసాయనికశాస్త్ర మనుపేర బరగుచున్నవి ;

10. భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము : భౌతికశాస్త్రమునకు, రాసాయనికశాస్త్రమునకుగల విశిష్టసంబంధమును తెలియజేయు శాస్త్రము. రాసాయనిక మార్పుపై భౌతికశక్తులకు, పరిస్థితులకు గల ప్రభావ మందలి ముఖ్యవిషయము. రాసాయనిక శాస్త్రసిద్ధాంతమునకు ఈ పరీక్ష కీలకము వంటిది. అందువలన దీనికి సైద్ధాంతిక రాసాయనిక శాస్త్ర మనికూడ పేరు కలదు.

11. వర్ణనాత్మక రాసాయనిక శాస్త్రము : ఇది అకర్బన, కార్బన్ శాస్త్రములని రెండు పాయలుగా నున్నది ;

మొదటిది కార్బన్ కాని ఇతర మూలద్రవ్యములు, వాని నుండి ఉత్పన్నములగు యౌగికముల అనుశీలన ; రెండవది కార్బన్ యౌగికముల విచారము. జీవప్రపంచమందలి రాసాయనికపు మార్పులు నిర్జీవప్రపంచమందు అగపడు రాసాయనికపు మార్పులకన్న భిన్నస్వభావము కలిగినవి అను అభిప్రాయము అమలులో ఉన్నంతకాలము కార్బన్, అకర్బన భాగములక్రింద ఈ శాస్త్రవిభజన న్యాయమైనదే. నేడు ఈ విభజన శాస్త్రీయము కాకపోయినను సౌకర్యముకొరకై అంగీకరించబడినది.

రాసాయనికశాస్త్ర సంక్షేప నిరూపణము : అకర్బన, కార్బన్ ద్రవ్యములు వివిధపరిస్థితులలో చెందు మార్పులయు, ఆ మార్పులను శాసించు నియమములయు అనుశీలన నేటి రాసాయనిక శాస్త్రముగా మనము పరిగణించుచున్నాము. ఇదియే ఎల్లప్పుడును ఈ శాస్త్ర ముఖ్యోద్దేశముగా ఉండినదని అనుకొనరాదు. ఏలయన, నేటి రాసాయనికశాస్త్రము శతాబ్దములతరబడి జరిగిన కృషిఫలితముగా ఈ స్థితికి వచ్చినది. ఈ శాస్త్రమునకు మార్గదర్శకములుగా ఆచరించిన సిద్ధాంతమును కాలానుసారముగా మారినది. ఇది కారణముగా శాస్త్రచరిత్ర పరిణామములో వేరువేరు ప్రయోజనములను ఉద్దేశించి ఆయా కాలములలో శాస్త్రము అభివృద్ధి చెందినది.

చరిత్రయుగమునకు పూర్వము పరిసర వస్తువులను మానవజీవితసౌకర్యముకొరకై మార్చుటయందు కేవల ప్రయోగవిధానములుగనే రాసాయనికజ్ఞానము మనకు గోచరించును. ఈ యుగములో శాస్త్రనియమములు ఏర్పడలేదు.

తరువాత చరిత్రకాలమందు మనుజుని అనుభవము పెరిగినకొద్ది తనను ఆవరించియున్న పరిసర ప్రపంచమును గూర్చియు, తన్నిర్మాణ చాతుర్యమునుగూర్చియు మేధావులు అన్ని దేశములలో పరిశీలనచేయుటకు ఆరంభించిరి. ఈ ప్రయత్నములే భారతీయుల యొక్కయు, గ్రీకులు మున్నగు ప్రాచీనజాతుల యొక్కయు ప్రపంచ తత్త్వ సిద్ధాంతములుగా వెలసినవి. ఇందు కన్పట్టు ద్రవ్య రచనావాదములు రాసాయనికశాస్త్రమందు ప్రథమ పాఠములు.

తరువాతకాలములో అనగా క్రీ. శ. 4 మొదలు 16 వ శతాబ్దము వరకు ధాతుపరివర్తన (లేదా నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చుట) అన్వేషకుల మనములను ఆవరించి రసవాద విద్యగా రూపొందినది. ధాతుపరివర్తనకై రాసాయనికుల ప్రయత్నములు తీవ్రముగ జరుగుచుండినను దక్కిన ఫలము శూన్యమగుటచే 13 వ శతాబ్దమున రాసాయనికజ్ఞానము వైద్యమునకు అంగముగా ఆచరించి అన్వేషకుల మనములను ఆకర్షించిన రసవాదమందలి యావేశమును కొంత తగ్గించినది.

17 వ శతాబ్దము ప్రారంభమునుండి రాసాయనిక జ్ఞానము ఇతరజ్ఞాన శాఖల కుపాంగముగా నుండుటమాని స్వతంత్ర శాస్త్రముగా వృద్ధిపొందుటకు ప్రారంభించినది. రాబర్ట్ బోయిల్ (1627-1691) యొక్క మూలద్రవ్య నిర్వచనము నవీనరాసాయనికశాస్త్ర స్వాతంత్ర్యమునకు పునాదియని చెప్పవచ్చును. ప్రపంచములోనున్న వస్తుజాలమంతయు మూలద్రవ్యములు, యౌగికద్రవ్యములు అను రెండు తరగతులుగ విడదీయవచ్చునని బోయిల్ యొక్క బోధన. దీనిని రుజువు చేయుటకు ఫ్రెంచ్ దేశస్థుడగు లావ్వాజ్యే నెలకొల్పిన జ్వలన సిద్ధాంతము తోడ్పడినది.

రాసాయనిక విజ్ఞాన స్వరూపము

తరువాత (అనగా 19 వ శతాబ్దపు మొదట) రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి మార్గదర్శకమగు మరియొక విషయమును 1828 లో వలర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు స్థాపించెను. ఈయన కేవల నిర్జీవద్రవ్య జనితమగు అమోనియమ్ సయనేట్ అను లవణమును వేడిచేసినపుడు జంతువుల మూత్రమునందు కాననగు యూరియా అను కేవల కార్బన్ యౌగికము ఏర్పడినది అని ఈయన రుజువు చేసెను. వలర్‌నకు పూర్వము కార్బన్‌ద్రవ్య నిర్మాణమునకు సజీవ వస్తువులే కారణమని మరొక విధముగా కార్బన్ ద్రవ్యములు సాధించుట అసంభవమని రాసాయనికశాస్త్రజ్ఞులు నమ్మెడివారు. ఇప్పటినుండి కార్బన్ ద్రవ్యనిర్మాణమునకు జీవశక్తి ఆవశ్యకమను అభిప్రాయము క్రమముగా సడలి శోధనాలయములో కార్బన్ ద్రవ్యములు జీవశక్తితో సంబంధములేకుండ తయారు చేయుటకు ప్రయత్నములు సాగినవి. దీని ఫలితముగా అనేకములగు కార్బన్ ద్రవ్యములు తయారైనవి. వీటిని వర్గములుగా విభజించి వర్ణించుటకు ఒక శాస్త్రాంగము కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర మనుపేర అమలులోనికి వచ్చినది. ఈ సమయమందే అణు, పరమాణు వాదములు వెలసి సిద్ధాంత భాగమును వృద్ధి చేసినవి. 1866 లో అకర్బన ద్రవ్యములో ముఖ్యమగు లవణములు, ఆమ్లములు, క్షారములు - వీటి రాసాయనిక ధర్మముల వివరించుటకై ఆరేనియస్ అను స్వీడన్ దేశపు రాసాయనికుడు విద్యుత్ విశ్లేషణ సిద్ధాంతమును స్థాపించెను. ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారము విద్యుద్వాహకములగు అకర్బనయౌగికము లన్నియు (లవణములు, క్షారములు, ఆమ్లములు) అయన్‌లక్రింద విశ్లేషితములై ఉండును. అయన్‌లుగా లవణాదికములలో ఇమిడిఉన్న రెండు భాగములు, అయన్‌యౌగికములగు అకర్బనద్రవ్యముల ప్రతిక్రియలన్నియు అయన్‌ల మధ్య జరుగు వ్యాపారములే. ఇంచుమించు ఈ కాలముననే రాసాయనిక ప్రక్రియల వేగమును, వాటి సమతోలన స్థితిని వివరించు అణుసాంద్రతా నియమము గుల్డ్‌బర్గ్, వాగే అను నార్వే దేశపు అన్వేషకుల పరిశ్రమ ఫలితముగా బయలుదేరినది. రాసాయనికపు మార్పుల సంపూర్ణతత్వమును బోధించు ఆరేనియస్, గుల్డ్‌బర్గ్ సిద్ధాంతములు రెండును రాసాయనిక శాస్త్రమును నేటి ఉన్నతదశకు తెచ్చినవి.

పై సిద్ధాంతములేవియును రాసాయనిక శాస్త్రమూల ప్రశ్నకు అనగా, ద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక కార్యము ఎందుకు జరుగునను ప్రశ్నకు సరియగు సమాధానమును కనుగొనుటకు ప్రయత్నించలేదు. కాని రెండు ద్రవ్యముల మధ్య రాసాయనిక 'మైత్రి' ఉండుటచే అవి రాసాయనికముగా సంయోగించునను అతిప్రాచీన భావమును ఆధారముగా చేసికొని, వాన్ట్‌హాఫ్ పై ప్రశ్నకు సమాధానమీయ జూచెను. కాని, ఆయన ప్రయత్నము నిజముగా 'మైత్రి' స్వభావమును వివరింపలేక పోయినది. ఆ మైత్రియొక్క పరిమితిని ప్రాయోగికముగా కొలిచెడి సాధనములను మాత్రము నిర్మించినది.

20 వ శతాబ్దపు మొదటి సంవత్సరములలో ప్రారంభమైన పరమాణు రచనను గురించిన అన్వేషణములు ఫలవంతములై 'మైత్రి' స్వభావమును వివరించు ప్రయత్నములు కొనసాగుచున్నవి. ఆ వివరణక్రమమును ప్రయోగ ఫలితములతో సమన్వయించు పరిశ్రమలో శాస్త్రజ్ఞులింకను నిమగ్నులై ఉన్నారు. హైడ్రోజన్ అణువునందున్న పరమాణువుల మైత్రిని వివరించుటకు తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము ఉపయోగించినది.

ఏ శాస్త్రమందైనను కాలానుగుణముగా జరిగిన అభివృద్ధి దాని ముఖ్యసిద్ధాంతముల ఉత్పత్తిక్రమములో ఉండును. అందుచే, శాస్త్రచరిత్ర చాలవరకు శాస్త్రమును సిద్ధాంతావిర్భావక్రమములో సంక్షేపించును. ప్రస్తుత రాసాయనికశాస్త్ర సంక్షేపమునందు పైని పేర్కొనిన కాలభాగముల అనుసరించియే విషయవిస్తారము చేయడమైనది. ఈ కాల విభాగములు ఈ క్రింది విధమున చూపవచ్చును :

1. చరిత్రపూర్వయుగము
   (ఆదినుండి క్రీ. పూ. 3000 వరకు)
2. ప్రాచీనయుగము
   (క్రీ. పూ. 3000 – క్రీ. పూ. 600)
3. గ్రీక్, రోమన్ శాస్త్రయుగము
   (క్రీ.పూ. 600 – క్రీ. శ. 300)
4. భారతీయ సిద్ధాంత (సూత్ర) యుగము
   (క్రీ. పూ. 700 – క్రీ. పూ. 300)
5. రసవాదయుగము
   భారతీయ రసవాదము (క్రీ. శ. 100 – క్రీ.శ. 1600)
   మధ్యప్రాచ్య రసవాదము
   (క్రీ. శ. 300 – క్రీ. శ. 600)
   అరబ్బుల రసవాదము
   (క్రీ. శ. 600 – 1200)
   యూరప్ రసవాదము
   (క్రీ. శ. 1200 – 1500)
6. వైద్యరాసాయనికయుగము
   (క్రీ. శ. 1500 – 1600)
7. నవీనయుగము
   (క్రీ. శ. 1700 – నేటి వరకు).

# రాసాయనిక విజ్ఞానము - చరిత్రపూర్వయుగము

చరిత్రపూర్వయుగమునాటి రాసాయనిక జ్ఞానమును నిరూపించుటకు లిఖితరూపమైన ఆధారములేవియు లేవు. ఆదిమమానవులు అక్కడక్కడ నివసించి, వాడుకొని వదలిపెట్టిన వస్తువులను పైకిదీసి పరీక్షించి, ఇటీవలి చరిత్రకారులు ఆనాటి మానవుడు తన పరిసరములగురించి ఎట్టి జ్ఞానమును సంపాదించెనో తెలిసికొనుటకు చేసిన ప్రయత్నములు కొంతవరకు ఫలించినవి. చరిత్ర పూర్వయుగము ప్రాచీన, నూతన శిలాయుగముల క్రింద మానవశాస్త్రజ్ఞులచే విభజింపబడినది.

శిలాయుగములో రాసాయనికజ్ఞానమను పేరుక్రింద ఏదియును కానరాదు. జ్ఞానమంతయును మానవానుభవజన్యము కనుక ఆదిమమానవుడు తన పరిసరవస్తువులను గురించి సంపాదించిన పరిచయమును జ్ఞానముగనే పరిగణించవలయును. తన వాడుకకు ఉపయోగించు రాళ్లను పగులగొట్టినపుడేవి పదునుగల ముక్కలనిచ్చునో, ఏవి ఈయవో, ఏ ద్రవ్యములు తినుటకు పనికివచ్చునో, ఏవి పనికిరావో, దీపము వెలుగుటకు ఏ ద్రవ్యములు ఉపయోగించునో అని అనుభవముతో పరీక్షించి సంపాదించిన జ్ఞానమంతయు వస్తుగుణవిచారమునకు సంబంధించినంతవరకు రాసాయనిక జ్ఞానమనియే మనము చెప్పవచ్చును. ఏలన, వస్తుగుణవివేకము భౌతికశాస్త్రమునకు మొదటి మెట్టు.

శిలాయుగము తరువాత రాగి, కంచు వంటి ధాతువులు, ధాతుమిశ్రములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఈ యుగమునందు మనుజుడు రాగి, తగరమువంటి ధాతువులను భూమిపై దొరకు ఖనిజములనుండి వేరుచేసి వాటిని పాత్రలు, కత్తులు, బల్లెములు, గొడ్డళ్లు మొదలగు ఉపకరణములుగా చేయుట నేర్చుకొనినాడు. ఈ యుగమునకు 'తామ్రయుగ'మని పేరు. అచ్చటచ్చట భూభాగముల నుండి ఆదిమమానవులు తగరము, రాగి కలసియున్న ఖనిజముల నుండి కాంస్యమును వేరుచేసి వాడుటచే ఈ యుగమునకు కాంస్యయుగ మనియు పేరు కలదు.

కాంస్యయుగము తరువాత ఇనుమువండుట నేర్చుకొని మానవుడు చరిత్రయుగమున ప్రవేశించినాడు. ఈకాలపు చరిత్రను కూర్చుటకు రాతిమీద, కాల్చిన మట్టిపలకల మీద, చర్మములమీద, వృక్షపట్టములమీద మానవుడు రచించిన లిఖితములు ఆధారములు.

చరిత్రయుగమున కొంతకాలము మానవుడు ఆహారము కొరకు భూపర్యటనముచేసి నదీప్రాంతముల చేరిన తరువాత గాని నిజమైననాగరికత వెలుగు చూడలేదు. ఇట్లు పెరిగిన నాగరికతలలో గంగా, సింధునదీ ప్రాంతముల వెలసిన భారతీయనాగరికత; యూఫ్రేటీజ్, టైగ్రిస్ నదుల ఒడ్డులను ఆశ్రయించిన సుమేరియన్, బాబిలోనియన్ నాగరికతలు; హోయాంగ్‌హో, యాంగ్‌సీక్యాంగ్ నదీ తీరముల ప్రబలిన చీనానాగరికత ఎన్నతగినవి. ఈ నాగరికత లన్నియు క్రీస్తునకు పూర్వము 4,000 ఏండ్ల క్రిందటివని చెప్పవచ్చును.

ప్రాచీననాగరికత లన్నియు ప్రప్రథమమున ఒకే జ్ఞానవిపాకదశలోనున్నట్లు గోచరించును. వారు సంపాదించిన జ్ఞానము వారికళలలోను, వారిచేతిపనులలోను వెల్లడియగును. ఈ జ్ఞానము రహస్యసంప్రదాయరూపమున మతగురువులచేతులలో గుప్తమైయుండెడిది. తరములవరుసను ఆ జ్ఞానము గురుశిష్యపరంపరగా సంక్రమించినది. అప్పటి వైజ్ఞానికులు ఆర్జించిన జ్ఞానమును తెలిసికొనుటకై పూడిపోయిన పట్టణములలోను, శవముల పూడ్చిపెట్టిన గోరీలలోను మిగిలియున్న వస్తువులు, చిత్రలిపి లిఖితములు మనకు సాధనములు. అట్టివస్తువులు పరీక్షించగా, ఈజిప్టువంటి ప్రాచీననాగరికతలు క్రీ. పూ. 4,000 ఏండ్లక్రిందటనే రాసాయనికవిధానములను విరివిగా వాడుకచేసినవని తెలియవచ్చినది. రాసాయనికవిధానముల నుపయోగించిన ప్రక్రియలలో ఖనిజములనుండి బంగారము, వెండి, సీసము, తగరము, ఇనుము ధాతువులను సాధించుట, ఆ ధాతువుల నుండి ఆయుధములు, కవచములు, పాత్రలు తయారుచేయుట, బట్టలకు రంగువేయుట, తోళ్లను ఊరవేసి శుభ్రముచేయుట, శవములు క్రుళ్లకుండ నిలువచేయుట, గంజిని మద్యముగా పులియపెట్టుట, జంతువులనుండి, వృక్షములనుండి, ఖనిజములనుండి చికిత్సాసాధనములను తయారుచేయుట, గాజు పూసలు, ఎనామల్ పూతలు, కృత్రిమరత్నములు, నగలు, గాజు పాత్రలు, పింగాణి పాత్రలు తయారుచేసి వాటికి రంగులువేయుట ముఖ్యమైనవి.

ఈ రాసాయనికకళలగురించి ఒక విచిత్రవిషయము చెప్పవలసియున్నది. నవీనకళాకారునిసైతము ఆశ్చర్యచకితునిచేయగల పరిపూర్ణదశలయందే ఈ కళలు ఆయా నాగరికతలలో వ్యక్తమైనవి. వాటికి పూర్వము శైశవావస్థలో ఉన్నప్పటి దశాపరంపరలు మచ్చుకైనను కానరావు. అందుచేత, చరిత్రకారులు ఈ సంపూర్ణకళాప్రదర్శనములకు కల్పించిన ప్రాచీనతకన్న అధిక ప్రాచీనత ఈ కళారంభములకు నిర్ణయించనగును.

చరిత్రయుగమున భారతీయ సంస్కృతి, నాగరికత, ప్రాచీనజాతులన్నిటిలో మిన్నలని చెప్పవచ్చును.

వేదకాలమునాటికే అనగా సుమారు 6,000 ఏండ్ల క్రిందటనే వీరి నాగరికత చాల ఉన్నతస్థితిలో ఉండెను. వెండి, బంగారము, రాగి, కంచు, ఇనుము వంటి ధాతువుల పేర్లు వేదములో ఉన్నవి. ఇవిగాక పలువిధములగు ఆహార ధాన్యముల పేర్లందుగలవు. ధాతువులతో గృహోపకరణములను, ఆయుధములను తయారుచేయుటయందు, బట్టలకు రంగువేయుటయందు, మద్యసాధనమందు, ఔషధ రచనయందు ఇమిడియున్న పలురకములగు రాసాయనిక ప్రక్రియలతో భారతీయులకు చాలపరిచయ మున్నట్లు కూడ తెలియవచ్చినది.

# రాసాయనిక విజ్ఞానము - ఆరంభయుగము

మూలద్రవ్యములు - పరమాణువులు : చరిత్రపూర్వ యుగమందు రాసాయనికజ్ఞానము ధాతుకారులు, కాచకారులు, రంగకారులు, రథకారులు మొదలగు కళాకారులలో వ్యాపించియుండెను. ప్రాచీనజాతులన్నిటిలో మొట్టమొదట ధాతువులకు గ్రహములతో సంబంధము కల్పించి వాటికి దివ్యశక్తులను ఆరోపించుట సంప్రదాయమై ఉండెడిది. ప్రతివిద్యకును, కళకును అధిష్ఠానదేవతయో లేదా మూల పురుషుడో ఉండెడివారు. ఆ రోజులలో వస్తువుల కారోపితమైన దివ్యశక్తి, వాటికి అధిష్ఠాతలగు దేవతల శక్తి ప్రయోగమం దగపడు వస్తువుల మార్పుల కొకవిధమగు వివరణముగా నుండెడిది. శిల్పులు సృజించిన నూతన వస్తువులను వారి దేవతలకు అంకితముచేసి, వారి ఆరాధనమందు ఉపయోగించెడి వారు. అందుచేత విద్యలు, కళలు, పూర్వము మత గురువుల యధీనములో నుండెను. వారి అభిరుచి ప్రకారము మతాచార్యులు వస్తువులను తయారుచేయుటయందుకాని, లేదా ప్రక్రియలవివరణయందుకాని కుశలత్వము చూపుచుండెడివారు. ఇట్లు మతాచార్యులు ఆయా వృత్తివిద్యలకు ఒకవిధమగు దర్శకులుగాను, నిర్వాహకులుగాను ఆచరించిరి. ఈజిప్టు, సుమేరియా, బాబిలోనియా దేశములలో ప్రాచీనకాలమందు మతాచార్యులు ఆనాటిజ్ఞానమునకు నిధులుగా పరిగణింపబడుచుండిరి.

మతమునకు, శిల్పమునకు భారతదేశ మందుకూడ సంబంధముండినను, వైదికమత ప్రవర్తకులకు శిల్పవిద్యలతో సంబంధ మెప్పుడును లేదు. చాలప్రాచీనకాలముననే భారత దేశమున స్థాపితమైన వర్ణాశ్రమధర్మ దృష్టిలో శిల్పకారులకు వర్ణశ్రేణిలో ప్రత్యేకస్థాన మేర్పడినది.

వివిధపరిశ్రమలలో వస్తువులు చెందెడి మార్పులకు కారణములు వివరించుటలో పూర్వకళోపాసకులు తమ ఇష్టానుసారముగా సిద్ధాంతములను ప్రతిపాదించెడివారు. వీటిని నిరసించి మార్పులకు తర్కశాస్త్రబద్ధమైన వివరణములను ప్రచారములోనికి తెచ్చిన వారలలో భారతీయులు, గ్రీకులు అగ్రగణ్యులు.

పౌరాణికవివరణ లను శృంఖలములను ఛేదించి జ్ఞానమును తర్కమార్గమున వెట్టిన గ్రీకులబుద్ధికుశలతకు, యూరప్ శాస్త్రజ్ఞులు సదాకృతజ్ఞులు. క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దమున గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులు బహుశః అంతకుపూర్వమే భారతీయ దర్శనకారులు, జగత్స్వభావమును గురించియు, ద్రవ్యోత్పత్తిని గురించియు, కార్య కారణసంబద్ధమగు సిద్ధాంతములను లేవదీసినారు. అందుచే, యూరప్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞానాభివృద్ధికిమట్టుకు గ్రీక్ తత్వజ్ఞుల సిద్ధాంతములు మార్గదర్శకములు. పాశ్చాత్యుల శాస్త్రములలో నేటివరకును గ్రీక్ సిద్ధాంతచ్ఛాయలు నిలచియేయున్నవి.

భారత దేశమందలి దర్శనకర్తల సిద్ధాంతములు ఇంద్రియజ్ఞాన గోచరమగు బాహ్యప్రపంచముతో నాగిపోక ఆంతరవిషయమగు ఆధ్యాత్మికప్రపంచమును కూడ పరామర్శించి జగత్సమన్వయమందు హెచ్చు సామర్థ్యమును ప్రదర్శించినవి.

అయినను, మన ప్రస్తుతవిషయమగు రాసాయనిక జ్ఞానము బాహ్యజగదనుభవమును అనుసరించునది గాన, మనము ఈ సిద్ధాంతములనే ఇచ్చట తడవుటకు ప్రయత్నింతము. బాహ్యజగత్తునకు సంబంధించినంత వరకు భారతీయ సిద్ధాంతములతో గ్రీక్‌సిద్ధాంతములకు ఎంతయైన పోలిక కలదు. ఈ పోలిక నాధారముచేసికొని, భారతీయుల సిద్ధాంతదృష్టి గ్రీక్‌సిద్ధాంతముల ననుసరించినదను భ్రమకు అనేక పాశ్చాత్యవిమర్శకులు లోనైరి. కొన్ని గ్రీక్‌సిద్ధాంతములు స్వయంవ్యక్తములు కావనియు, వాటి మాతృకలు ప్రాచ్యవిజ్ఞానమందు గాంచనగు ననియు వాదము ఇటీవల మెల్లగా స్థిరపడుచున్నది. భారతీయ దర్శనముల రచన కాలమును నిర్ణయించుటకు నిశ్చయమగు ఆధారములు లేకపోయినను అవి క్రీ. పూ. 700 ఏండ్లనాడే ప్రచారములో ఉన్నట్లు నిశ్చయము. అందుచే క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దమున ఆవిర్భవించిన గ్రీక్‌పరమాణుసిద్ధాంతమునకు పూర్వమే ప్రచారములోనున్న కణాదుని వైశేషిక దర్శనములో నిరూపితమైన పరమాణువాదము స్వతంత్ర రచనయని చెప్పవచ్చును.

## గ్రీక్ విజ్ఞానము

గ్రీక్ సంప్రదాయక యుగమందు క్రీ. పూ. 600-300 దార్శనికుడే వైజ్ఞానికుడుగ కూడ పేరు పొందెను. గ్రీక్ చింతకుడు విజ్ఞాన సముపార్జనమందు ఊహను సాధనముగా గొని ప్రయోగమును ఉపేక్షించెను. గ్రీక్ విజ్ఞానిని ఆధునిక విజ్ఞానితో సరిపోల్చి చూచినచో, ఇరువురును ప్రత్యవేక్షణను ఆధారముగా గొని నిష్కర్షలకు రాయత్నించినను, చాలినంత ప్రమాణ సామగ్రి లేకుండ సాధారణీకరణమునకు సాహసించుట గ్రీక్ విజ్ఞానికుని విశిష్ట లక్షణము. ఆధునికుడు తన నిష్కర్షలను ప్రయోగ ఫలములచే సమర్థింప గలిగిన గాని తృప్తినందడు. ఈ పని గ్రీక్ దార్శనికు డెన్నడును చేయలేదు. అభిజాత్యాభిమానముచే ప్రయోగములు గావించి తన చేతులను మలినములు చేయుటకు గ్రీక్ దార్శనికు డిష్టపడడు. దార్శనికులు ఆనాటి సంఘములో నాతివిస్తృతమైయుండిన అభిజాతవర్గమునకు చెందిన వారు. వారు స్వతంత్రపౌరులు. గ్రీక్ నాగరికతా ప్రసిద్ధియంతయు ఈ కొద్దిమంది దార్శనికుల ప్రతిభా ప్రవృత్తి ఫలమే. కాని సంఘ జీవనమునకు విఘ్నముగా ఆచరించిన విస్తృతమైన మరియొక వర్గమునకు, అనగా, బానిసల వర్గమునకు చెందినవారల శ్రమ వినాగా దార్శనికవర్గ మార్జించిన ప్రసిద్ధి భిన్నమూలమే యైయుండెడిది యను విషయమును మనము మరువరాదు. చేతులతో పనిచేయువారు బానిసలు, బుద్ధితో పనిచేయు వారు స్వతంత్ర సామంత పౌరులు. ప్రయోగములు చేతితో చేయవలసినవి, అందుచే గ్రీక్ దార్శనికుడు చేతులకంటు తగిలించకుండ, ఊహనండగా జేకొని కఠోరతర్కమును ఉపయోగించి ప్రపంచ సంఘటన వివరణకు తలపడెను.

ఒక భావము లేదా అభిప్రాయము తర్కాను గృహీతమై క్రమ పరిణత ప్రపంచ సృష్టి సిద్ధాంతముల కనుగుణముగా నున్నయెడల, ఆ అభిప్రాయము ఇతర సమర్థనాపేక్ష లేకుండ సత్యముగా అంగీకరించబడుచుండెడిది. ఈ పై చెప్పిన సన్నివేశము నితర పరిస్థితుల గణనకు తీసికొని రాకుండ పరిగణించినచో, ఆధునిక విజ్ఞానమునకు గ్రీక్ దార్శనిక చింతన చేసిన ఉపకార మహత్వమును మనము యథార్థముగ గ్రహించలేము, ఏలన గ్రీక్ చింతకులచే నాడు స్థాపితమైన సాధారణీకరణములు ఆధునిక వైజ్ఞానిక సిద్ధాంతములకు ఆధారములుగా నాచరించినవి. ఇంతే కాదు, తరువాత రెండువేల సంవత్సరములవరకు అపర్యనుయోజ్యముగ అంగీకరించబడిన ప్రామాణికతను స్వర్ణయుగపు గ్రీక్ చింతకులు గడించిరి. వీరి భావములు ఆలెగ్జాండ్రియా యుగ, మధ్యయుగ, జ్ఞానపునరుజ్జీవన యుగముల వెలసిన జ్ఞాన నిర్మాణములకు ఆధార స్తంభము లగుటయేగాక తరువాత తల యెత్తిన సకల వైజ్ఞానిక సమస్యలకును చరమ పరిష్కారములుగా పరిగణించ బడినవి.

కాని ఒక విషయము చెప్పవలసియున్నది. ప్రయోగాపేక్షలేని గణితశాస్త్రమందు మాత్రము గ్రీక్ విజ్ఞుల నిర్వాహము అత్యంతము తృప్తికరమైనది, భౌతిక, జీవ శాస్త్ర రంగములందు ఈ మాట మనము చెప్పలేము. కాని వీరి సిద్ధాంతములు పాశ్చాత్య బౌద్ధిక వికాసమునకు ఊతగర్రలు. వారు నెలకొల్పిన ప్రకృతి స్వభావ వివరణము తొలిని రసవాద సిద్ధాంతముపై, తరువాత రాసాయనిక శాస్త్ర పురోగతిపై అమితమైన ప్రభావమును చూపినది.

తేలీజ్ మొదలుకొని హెరాక్లైటస్‌వరకు గల గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులు ఆసియామైనర్ ద్వీపకల్పపు పడమటి సముద్రతీరమున ఉండెడు అయోనియా దేశమునకు చెందిన వార లగుటచే, వీరికి అయోనియన్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞు లని పేరు. వీరు పేర్కొనిన నాలుగు మూలతత్త్వములను, పితాగొరియన్ సంప్రదాయమునకు చెందినవారు అంగీకరించుచు ఈథర్ అను ఐదవ తత్త్వమును చేర్చి ద్రవ్యసృష్టి పాంచభౌతిక మని తెల్పిరి.

అయోనియన్‌ల చాతుర్భౌతికవిభాగమును అంగీకరించి ద్రవ్యము కేవలము జడము కనుక, దానిని సంయోగ, విశ్లేషములకు ప్రేరేపించు బాహ్యశక్తి ఒకటున్న దని ఎంపిడక్లీజ్ (క్రీ. పూ. 490-430) బోధించెను. ఈ శక్తి అనురాగ రూపమున సంయోగమునకు, ద్వేషరూపమున విశ్లేషమునకు కారణమగు చుండు నని ఎంపిడక్లీజ్ అభిప్రాయపడెను. ఈయన సిద్ధాంతములో ఈ నాలుగు మూల ద్రవ్యముల సంయోగమే విశ్వమునందు కనుపించు స్థావర జంగమాత్మకమైన ఈ అనంతపదార్థసృష్టికి కారణము. (చూ. భౌతికవిజ్ఞాన సమీక్ష - గ్రీక్ సంప్రదాయము పు. 6).

డెమోక్రటీజ్ (క్రీ. పూ. 460-370) అను గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు పైవారలట్లు సామంతుడుగాక పేదవాడగు బానిసయగుటచే శిల్పకారుల అనుభవముతో ప్రత్యక్షముగా పరిచయ మున్నవాడు. అందుచే వస్తువుల ధర్మములను, వాటి మార్పులను, వాటి వైవిధ్యమును బాగుగ గుర్తెరింగినవాడు. వస్తువుల వైవిధ్యమును అంకెల తారతమ్యముతో సమన్వయించి, వస్తువుల గుణముల యందున్న తారతమ్యమును అంకెల తారతమ్యముచేత వివరించుటకు ప్రయత్నించెను. ఇందీయన అనుసరించిన మార్గము పూర్వసిద్ధాంతకర్తలు తీసికొనిన దానికన్న

విలక్షణమైనది. వారు వస్తుగుణముల యందున్న తారతమ్యములను గుణతత్త్వములచే వివరింపజూచిరి. డెమోక్రటీజ్ అట్లుకాక వస్తువుల గుణముల యందలి తారతమ్యమును పరమాణుసంఖ్యా తారతమ్యముచే వివరించుటకు యత్నించెను. ఆయన అభిప్రాయములో జగత్తంతయు ద్రవ్య, శూన్యప్రదేశముల పరస్పర సమ్మర్దము. ద్రవ్యము అవిభాజ్యములగు ద్రవ్యకణముల కూర్పు. ఈ అవిభాజ్య కణములకు గ్రీక్‌లు ఇచ్చినపేరు 'ఆటం'. ఆటం అను పదమునకు గ్రీక్ భాషలో అవిభాజ్యము అని అర్థము. వీటినే మనవారలు "పరమాణువు" లని వ్యవహరించిరి.

పరిమాణములో, రూపములో, భారములో ఈ పరమాణువులు భిన్నభిన్నముగా ఉండును. వాటి సంఖ్య, సంయోగ సన్నివేశమునుబట్టి వివిధగుణములుకల ద్రవ్యములు ఏర్పడును. తరువాత లూసిప్పస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పరమాణువాదమును అనువదించెను. ఈ ప్రాచీన పరమాణుసిద్ధాంతము నవీన భౌతికశాస్త్రములో ఎంతవరకు నిలచినదో పోనుపోను తెలియవచ్చును. కాని, ఒక్క విషయము ఇచ్చట సూచించవలసి యున్నది. అది ఏమన; రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్యోద్దేశము వస్తుధర్మములు ద్రవ్యమందున్న పరమాణు సంఖ్యపై ఆధారపడి ఉన్నట్లు నిరూపించుట. రెండువేల ఐదువందల ఏండ్ల క్రిందట డెమోక్రటీజ్ అవలంబించిన ఈ మార్గము రాసాయనిక చరిత్రలో నవీన యుగమందు వితర్కములకు తావులేని సిద్ధాంత ప్రతిష్ఠగల భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమను ప్రత్యేకశాస్త్రశాఖ స్థాపనను ఆకాంక్షించినది.

పరమాణువాదము ఇట్లు స్థాపితమైనను, తరువాతి సిద్ధాంతములలో ఇది అంత ప్రాముఖ్యమును వహించలేదు. పూర్వపు చాతుర్భౌతిక మూలద్రవ్యవాదమే ప్రచారములో ఉండెను. దీనికి కారణము ఆనాడు ప్రపంచమునకెల్ల మహామేధావి, ఆ కాలమున శాస్త్రలోకమునకు ఉపదేశకుడు అగు ఆరిస్టాటిల్ పరమాణువాదమును వెనుకపెట్టి చాతుర్భౌతికవాదమునే సమర్థించెను. అట్లని పరమాణువాదము శాస్త్రప్రపంచమునుండి పైకి తొలగినదని అనుకోరాదు. ఏలన ఆరిస్టాటిల్ తన గ్రంథములలో ఈ వాదమును మిక్కిలి ఉత్సాహముతో వర్ణించినాడు. 'సుఖాంతములు, విషాదాంతములు అగు నాటకములు ఒకే లిపి సమూహముతో రచించబడినట్లు వివిధములగు ద్రవ్యములు ఒకే పరమాణు గణముచే నిర్మితములైనవి' అని ఆతని విశ్వాసమును వెల్లడించెను.

ఇదిగాక ఎపిక్యూరస్ అను ఇంకొకతత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు, పరమాణువుల కల్పనకు గల ఆవశ్యకతను గురించిన ఒక ముఖ్యమగు హేతువును సూచించెను. ద్రవ్య మనంత విభాజ్య మని అనుకొనినయెడల, ఎడతెగని విభజనమును చేసి ద్రవ్యమును లేదనిపించవచ్చును. ద్రవ్యము నశించుట అసంభవము కనుక, అవిభాజ్యములగు పరమాణువు లున్నవని ఒప్పుకొని తీరవలయును.

చాతుర్భౌతిక సిద్ధాంతమును ఆరిస్టాటిల్ విస్తరించి మూలద్రవ్యముల పరస్పర పరివర్తనమునకు గల హేతువులను సదృష్టాంతముగ నిరూపించెను. పాత్రలోనీరు మరగబెట్టినపుడు ఆవిరిగామారి కొంత ఘనద్రవ్యము పాత్రలో మిగులును. ఈ ప్రయోగము నీరు అను ఒకమూలద్రవ్యము గాలి, పృథ్వి క్రింద మారుటకు నిదర్శనమని భావించెను. ఇదిగాక, మూలద్రవ్యము లనుకొన్న ద్రవ్యములు స్థూలరూప వివిధ ద్రవ్యోత్పత్తికి కారణము లగుటయేకాక ద్రవ్యముల ఘన, ద్రవ, వాయు అవస్థలను సూచించునని కూడ ఆరిస్టాటిల్ బోధించెను. ఈ దృష్టిలో పృథ్విఘనత్వమునకు, నీరు ద్రవత్వమునకు, వాయువు వాయుత్వమునకు స్థూలచిహ్నములు. మిగిలిన మూలద్రవ్యమగు అగ్ని వస్తువులకు గల మార్పుచెందు స్వభావమునకు గురుతు.

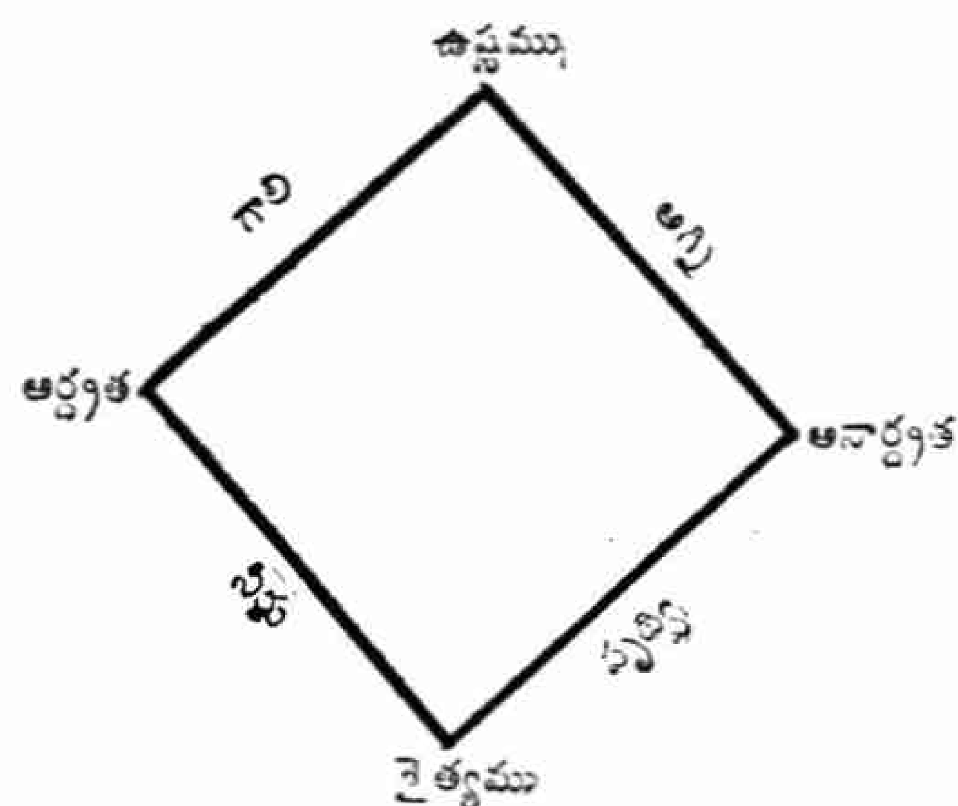
ఈ మూలద్రవ్యములను స్పర్శేంద్రియగ్రాహ్యములు, పరస్పర విరుద్ధములు అగు చల్లదనము, వేడిమి, ఆర్ద్రిత, అనార్ద్రిత అను ద్రవ్యగుణములతో ఆరిస్టాటిల్ సమన్వయించెను. మూలద్రవ్యతత్వములను (అనగా ఘనత్వము, ద్రవత్వము, వాయుత్వము, అగ్నిత్వము అను భావములను గ్రహించుటకు ఆవశ్యకమైన మనస్తత్త్వశాస్త్ర సార్థక్యమును కనపరచినవాడు ఆరిస్టాటిల్ గురువగు ప్లేటో అను తత్త్వవేత్త. ఈ సిద్ధాంతము ఆరిస్టాటిల్ ఆమోదమును పడసి యూరప్ శాస్త్ర క్షేత్రమందు రెండువేల ఏండ్లు నిలచినది.

మూలద్రవ్యములకు స్పర్శేంద్రియ సంవేద్యములగు గుణములకు గల సంబంధమును ఈ క్రిందిరీతిగా చిత్రించవచ్చును.

ప్రక్క పుటలోని పటములో చూపినప్రకారము పృథ్వి చల్లదనము, అనార్ద్రిత అను రెండుగుణముల సంమేళనము. ఇటులనే నీరు ఆర్ద్రిత, చల్లదనము అను గుణముల జంట నుండి జనించినది. అగ్ని, వాయువు క్రమముగా అనార్ద్రిత ఉష్ణతలనుండి, ఆర్ద్రిత, ఉష్ణతలనుండి ఉద్భవించినవి. ఈ ద్వంద్వ గుణ పరిమాణ తారతమ్యములే వస్తువుల అనేకత్వమునకు కారణములు.

గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులలో నాయకమణియగు ఆరిస్టాటిల్ అనుమతిని పొందిన ఈ చాతుర్భౌతిక సిద్ధాంత ప్రభావమున డెమోక్రటీజ్ పరమాణువాదము చాలకాలము

**అడుగునపడినది.** అయినను, "తీపి, చేదు, చల్లదనము, వేడి, రంగులు మొదలగు గుణములు వాస్తవికముగా ద్రవ్యమందున్నవికావు. అవి ప్రేక్షకుని భావమందు మాత్రము గోచరించునవి. నిజముగా నున్నవి వికారరహి




తమగు పరమాణువులు, అంతరాళము, అంతరాళమందు పరమాణువుల పరిస్పందము" అని ఇరువదిమూడు శతాబ్దముల క్రిందట డెమోక్రటీజ్ తనపరమాణు సిద్ధాంతమును సంక్షేపించుచు వ్రాసిన వాక్యములు, చాతుర్భౌతిక సిద్ధాంతమును బాల ప్రలాపమువలె పరిగణించు నేటి నూతన పరమాణు యుగమందు సైతము అన్వర్థముగా వెలయుచున్నవి.

**భారతీయుల వస్తుతత్త్వ సిద్ధాంతములు :** ద్రవ్యము పాంచభౌతికము, పరమాణుసంయోగసముద్భవము అను భారతీయుల అభిప్రాయములు గ్రీక్ సిద్ధాంతములను పోలియున్నవి. ప్రకృతియందలి వస్తుసముదాయ మంతయు ఏదో ఒక మూలద్రవ్యమునుండియే జనించినదను సిద్ధాంతముకూడ వ్యవహారములో ఉండెడిది. భారతీయుల వస్తుతత్త్వసిద్ధాంతములు వేదకాలమునందే ప్రతిష్ఠాపితమైనవి. అవి ద్రవ్యముతో కాని, ద్రవ్యగుణములతో కాని మొదలుపెట్టక మూలకారణమగు సత్ పదార్థముతో ప్రారంభించినవి. ఛాందోగ్యమందు సద్విద్యలో 'సదేవ సోమ్యేదమగ్ర ఆసీత్ ఏకమేవా ద్వితీయంబ్రహ్మ' బ్రహ్మ నుండి ఆకాశము, ఆకాశమునుండి వాయువు, వాయువు నుండి అగ్ని, అగ్నినుండి నీరు, నీటినుండి భూమి ఉద్భవించి నవని పేర్కొనబడినవి. ఈ సూక్ష్మభూతములనుండి పంచీకరణ *ప్రక్రియచే స్థూలమగు పంచమహాభూతములు ఏర్పడినవి. ఈ స్థూలరూపములగు పంచభూతములు జగత్తునందలి ద్రవ్యసముదాయ మంతకు కారణములు.

* అయిదు భూతములను ప్రత్యేకము రెండు సమభాగములుగ భాగించి అందొక అర్ధభాగమును నాల్గు సమ విభాగములు కావించి, ప్రతి భూతముయొక్క అర్ధ భాగముతో తక్కిన నాల్గు భూతముల అష్టమ భాగముల కలిపి స్థూలభూతములుగా చేయుటకు పంచీకరణమని పేరు.

**ఉపనిషత్తులకు తరువాతిదియగు** కాణాదసిద్ధాంతము (క్రీ. పూ. 700) పాంచభౌతికసృష్టి నంగీకరించుచు ద్రవ్యము పరమాణుజన్య మని ప్రతిపాదించినది. గ్రీక్ సిద్ధాంతమందు వలె ఇందు స్పర్శేంద్రియసంవేద్యములగు గుణములకే ప్రాధాన్య మీయబడినది. ఈ మతములో కాఠిన్యము భూమియందు, ద్రవత్వము జలమునందు, చలత్వము వాయువునందు, ఉష్ణత్వ మగ్నియందు, అప్రతిఘత్వము (అడ్డులేకుండ యుండుట) ఆకాశమందు మూర్తీభవించినవి.

పరమాణువు అవయవములులేని ఏకమని భావించని పక్షమున విభాగప్రక్రియకు అంతముండ దనియు, అనవస్థాదోషము కలుగుననియు, దాన పరమాణుకల్పన ఆవశ్యకమనియుగ్రీక్‌లు, భారతీయులుకూడ తెలిపిరి. భారతీయుల, గ్రీక్‌ల ద్రవ్యసిద్ధాంతములు కేవలతర్కసాధితములే అని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. నవీనశాస్త్రపద్ధతిని ఆ తర్కము ప్రయోగనిరూఢము కాకపోయినప్పటికిని ప్లేటో మొదలగు గ్రీక్ వైజ్ఞానికులు వారి వాదములను స్థూలముగా ప్రయోగానుభవముచే సమర్థింప యత్నించిరి. కట్టె కాల్చినపుడు అగపడు నీరు, పొగ, బూడిద, కట్టెలో నీరు, వాయువు, పృథ్వి అంశీభూతములుగానున్నవనుటకు నిదర్శన మనుకొనిరి. అట్లనే నీటిని పాత్రలో ఇగరపెట్టినపుడు కొంత ఘనద్రవ్యము పాత్రఅడుగున మిగిలియుండుట చూచి నీరు పృథ్వి క్రింద మారినదనుకొనిరి. ద్రవ్యముల పరస్పరపరివర్తనమునకు దృష్టాంతముగా ప్రకృతిలో కాననగు వృక్షములు, జంతువుల వృద్ధిక్షయముల (పరిపాకముల)ను వీరుదాహరించిరి.

యూరప్ ఖండమందు ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతము సర్వసమ్మతిని పడసినది. తరువాతి కాలములో పరమాణు వాదమును పునరుద్ధరించుటకు ప్రయత్నములుజరిగినను, తత్త్వశాస్త్రలోకమందు ఆరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతము ఇటీవలవరకును తన ఉన్నతస్థానమును పోగొట్టుకొనలేదు.

పైని పేర్కొనిన ప్రాచీన సిద్ధాంతములు, అవి బయలుపడిన చాలకాలమువరకు ప్రాయోగిక రాసాయనిక జ్ఞానముపై ఎంచతగునంత ప్రభావమును నెరపలేదు. దీనికి కారణము ప్రయోగముపట్ల గ్రీక్ తాత్త్వికుల కున్న ఏవగింపు. ప్రయోగజ్ఞానము వ్యుత్పత్తిని చెరుచునని వీరిఊహ. అందుచే గ్రీక్ నాగరికతలో వ్యుత్పన్నులెవ్వరును ప్రయోగము జోలికి పోలేదు. అది యటుండ ప్రాచీన ప్రయోగకర్తలలో ఎవ్వరును హేతువాద నిపుణులుకారు. అదిగాక ఆ కాలమున వ్యుత్పన్నులకును, ప్రయోగకుశలులకును ఎట్టి సంబంధమును ఉన్నట్లగపడదు. అందుచే క్రీ. శ. మొదటి శతాబ్దము మధ్యను ప్రారంభించిన రసవాద

యుగమువరకు అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతములు ప్రయోగము నకు ప్రత్యక్షముగా మార్గోపదేశకములు కాలేదు.

అనగా, క్రీస్తుశక ప్రారంభమువరకు రాసాయనికజ్ఞానము కళగనే పెంపొందినది. ప్రకృతిలబ్ధములు, కృత్రిమరచిత ములు నగు క్రొత్తవస్తువులను కనుగొనుట, సాధ్యమైనచో వాటిని రంగులుగనో, మందులుగనో, మరియే విధముగనో, ఉపయోగించుట మానవునికి క్రమముగా అలవడినది. ఇట్టి రాసాయనిక జ్ఞానము మొదట పరస్పరసంబంధములేని అనుభవములుగా వెలసినది. రసవాదయుగము ప్రారంభించువరకు రాసాయనిక జ్ఞానమిట్లే చెదరి ఉండెను. ఇట్లు చెదరిఉన్న జ్ఞానాంశముల కూడగట్టి వాటికొక నిర్దిష్టప్రయోజనమును కల్పించిన, రసవాదుల ప్రయత్నములు తరువాత ఉన్మార్గప్రవర్తితములైనప్పటికిని మార్గదర్శకములుగా నాచరించినవి.

# రసవాదయుగము

4 వ శతాబ్దము మధ్యనుండి 16 వ శతాబ్దము ప్రథమ పాదము చివర వరకు ఈ రసవాదయుగమందు చరిత్ర పరిణామసూచకములగు ఆధారము లుండుటచే ఈ యుగమందు రాసాయనిక చరిత్ర నూతనాధ్యాయమును మొదలు పెట్టినది.

ఈ యుగపు ముఖ్యలక్ష్యములు రెండు: ధాతు పరివర్తనమును రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్య ప్రయోజనముగా అంగీకరించుట, ధాతురచననుగురించి సిద్ధాంతప్రతిష్ఠాపన కృషి. ఈ యుగములో రాసాయనికశాస్త్ర ప్రమేయములు వేటికవి స్వతంత్రముగా వెలువడక, శాస్త్రజ్ఞానాంశములన్నియు, ఒక నిర్ణీతప్రయోజనమును సాధించుటకే వినియుక్తమై, పరస్పరసంబంధము కలిగి ఏక ముఖముగా ప్రవర్తిల్లినవి. ఈ యుగములో రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్యలక్ష్యము చాల సరళమైనది; రాసాయనిక ప్రక్రియల సహాయమున నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చుట.

యూరప్‌లో ధాతుపరివర్తన భావోదయము: ఇనుము, సీసము మొదలగు నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చుటకు వీలున్నదను అభిప్రాయము ఏ కాలమందెచ్చట వెలసినదో నిశ్చయముగా చెప్పుటకు ఆధారములు లేవు. ఈ విషయమై మనకు ఊహయే శరణము పాశ్చాత్యదేశమున రసవాదము క్రీ. శ. 4 వ శతాబ్దమునకు పూర్వమే గ్రీక్ రచయితలచే ప్రతిష్ఠితమైఉన్నట్లు గ్రీస్ దేశపు వైజ్ఞానిక రచనలనుబట్టి స్పష్టమగుచున్నది.

క్రీ. శ. మొదటిశతాబ్దమున ప్రఖ్యాతిగాంచిన ప్లినీ, డైయోస్కారిడీజ్ అను గ్రీక్ విజ్ఞులకు రసవాదము తెలిసినట్లు కనపడదు. అందుచే, ధాతుపరివర్తనభావము రెండవ లేదా మూడవశతాబ్దములో యూరప్‌లో మొట్టమొదట ఆవిర్భవించి యుండవచ్చునని తోచుచున్నది. రసవాద బీజములను తొలుదొల్త యూరప్‌లో నాటినవారు గ్రీక్‌లే; ఐనను రసవాదము వారి దేశములో పుట్టలేదనియు, ఈజిప్టునుండి గ్రీక్‌లకు సంక్రమించినదని చెప్పుట కనేక ఆధారములు ఉన్నవి. గ్రీక్ దర్శనశాస్త్రభావములు. ఈజిప్షన్ల కళా విజ్ఞానము కలసి రసవాద ఉదయమునకు కారణములైనవి.

నాల్గవ శతాబ్దమున రసవాదప్రశంస అచ్చటచ్చట కనవచ్చు చున్నది. ఈకాలములో తీబ్స్‌పట్టణప్రాంతమున ఉన్న పానాపోలిస్ నగర నివాసియైన జోసిమస్ అను రసవాది తనకాలపు రసవాదవిజ్ఞానమును 330 గ్రంథములలో సంగ్రహించినట్లు ఐదవశతాబ్దపు గ్రంథకర్తలు అనేకులు చెప్పిరి. ఐదవ శతాబ్దమున రసవాద గ్రంథరచన హెచ్చుగా జరిగినది. ధాతుపరివర్తనమే ఈ గ్రంథములందలి విషయము. ఈ రసవాదగ్రంథము లన్నియు గ్రీక్ భాషయందే రచించబడినవి. గ్రంథకర్తలు ఈజిప్టుదేశములో నివసించియున్న గ్రీక్‌లుకాని, లేదా అప్పటికే ప్రసిద్ధిగాంచిన అలిగ్జాండ్రియా విశ్వవిద్యాలయాచార్యులుకాని అయిఉండిరి. ఈ విశ్వవిద్యాలయము రసవాదజ్ఞానమును ప్రపంచమంతటను ప్రసరింపజేసి ఏడవశతాబ్దపు మధ్యవరకు రసవాద కేంద్రస్థానముగా ప్రసిద్ధికెక్కినది. ఈ కాలమున రసవాదవాఙ్మయము అధికముగా వృద్ధిచెందినను, గ్రంథములలోని విషయములను నిగూఢముగా ఉంచుటకు వ్రాతలన్నియు రహస్యపరిభాషలో వ్రాయబడినవి. ద్రవ్యమందు జరుగు మార్పులను గుర్తించుట, పూర్వయుగమందు యాదృచ్ఛికముగా శిల్పకళలకు చెందిన ప్రయోగములలో జరుగుచుండెడిది. ఈ యుగములో ప్రయోగమే ఆధారముగాగొని ఒక నిర్దిష్టలక్ష్యమును ముందుంచుకొని జ్ఞానార్జనము చేయబడినది. ఈ రసవాదయుగమున ప్రయోగదీక్ష, అందుకు కావలసిన పరికరసంపద అమితముగా పెరిగినవి. ఇసుకవంటపాత్ర, డోలాయంత్రము, ఆవిరిమీద వేడిచేయుట మొదలగు తాపన సాధనములు, స్ఫటికీకరణము, సులభముగ ఆవిరిగా మారెడి ద్రవములను శుద్ధిచేయుటకు బట్టీయంత్రము, వేడిచేయునప్పుడు పొగరూపముగా ఎగిరిపోయెడి ద్రవ్యమును మరల గ్రహించుటకు ఉత్పతనయంత్రము మొదలగు ప్రయోగపరికరము లన్నియు ఈ యుగములో ఉత్పన్నమైనవి.

ఈ యుగమందు వెలువడిన గ్రంథములు విదేశీయులను రసవాదాభ్యాసమునకు ప్రోత్సహించినవి. ఇట్లు రసవాదము గ్రీక్‌లవద్ద అభ్యసించి దానిని వృద్ధిచేసినవారలు అరేబియాదేశస్థులు. అరబ్బుల ఐకమత్యమునకు కారణము మహమ్మదీయ మతము. క్రీ. శ. 632 మొదలుకొని పరిసరదేశములనే కాక ఖండాంతరములనుకూడ జయించి మహమ్మదీయులు రాజ్యమును స్థాపించిరి.

అరేబియా సమీపమున ఉన్న ఆసియాప్రాంతములను, మధ్యధరాసముద్ర పరిసరములలోఉన్న ఆఫ్రికా, యూరప్ ఖండముల భాగములను మహమ్మదీయులు సుమారు ఏడు శతాబ్దము లేలిరి. వీరి ఏలుబడిలో మొట్టమొదట విద్యలకు గాని, కళలకుగాని ఆస్కారము లేకపోవుటయేకాక, పరజాతుల సంస్కృతులకు విముఖులై వారి విజ్ఞానసంపత్తిని ధ్వంసము చేసిరి. చిరకాలముగా ప్రసిద్ధికెక్కిన ఈజిప్టు దేశములోని అలిగ్జాండ్రియా విశ్వవిద్యాలయమును, అందలి అమూల్యములైన వేలకొలది గ్రంథరాజములను వీరు తగులబెట్టిరి. వారి రాజ్య సంగ్రహణ సంరంభము కొంత తగ్గిన తరువాత, మహమ్మదీయప్రభువుల దృష్టి వారిచే జితులైన ప్రజల సంస్కృతి వైపు ప్రసరించ సాగినది. ఈజిప్టుదేశపు పండితులవల్లను, అలిగ్జాండ్రియా విశ్వవిద్యాలయపు తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుల వల్లను వీరికి సంక్రమించిన జ్ఞానము, అరబ్బులను జ్ఞాన సంగ్రహణమునకు, జ్ఞానసంవర్ధనమునకు హెచ్చుగా ప్రోత్సహించినది.

ఎనిమిదవ శతాబ్దపు మధ్యనుండి మహమ్మదీయులు విద్యాభిమానులై కళలను పోషించినట్లు కానవచ్చుచున్నది. రాసాయనికశాస్త్రమందు వీరు కావించిన పరిశ్రమకూడ ధాతుపరివర్తనవిషయమే. ఇందులో హెచ్చుగా కృషిచేసిన మహమ్మదీయులు స్పెయిన్ దేశీయులు. ఇచ్చట నుండి ఈ జ్ఞానము ఉత్తరమున ఫ్రాన్స్, జర్మనీ, ఇంగ్లండు దేశములకు ప్రాకినది. 13 వ శతాబ్దమున యూరప్‌లో రసవాదము ఉచ్చస్థితికి వచ్చినది. ఎనిమిదవ శతాబ్దముననే నీచధాతువులను బంగారముగా మార్చు ఉపాయమగు స్పర్శమణి(ఫిలాసఫర్స్ స్టోన్) సాధ్య మగునని సూచనలును, దానిని సాధించుటకు ప్రయత్నములును, తరువాతి శతాబ్దములలో స్పర్శమణి సాధితమైనట్లును నాటి రసవాద వాఙ్మయములో గాంచనగును. మొదట బంగారమువంటి రంగుగల ధాతుమిశ్రముల సాధన కాకతాళీయముగా జరిగియుండవచ్చును. అట్టి మిశ్రములు నిజమైన బంగారమే అని సాధకుడు భ్రమపడి ఉండవచ్చును. అదికాక నీచ ధాతుఖనిజములలో అచ్చటచ్చట కానిపించు బంగారు లేశములు, ఈ నీచధాతువులు భూగర్భములో అమూల్య ధాతువులుగా క్రమేణ పరిణామమును చెందుచున్నవను అభిప్రాయమునకు తావు నిచ్చినవి. ఈ అభిప్రాయములు వాస్తవిక స్థితిని తెలుపుచున్నవని సమర్థించుటకు సిద్ధాంతములను కల్పించుట ఆ తరువాత జరిగినది. "ధాతువులన్నియు సంయుక్త ద్రవ్యములు. వాటి మూల ద్రవ్యములు రెండు: పాదరసము, గంధకము. ఈ రెండు మూలద్రవ్యముల రాశి నిష్పత్తిని బట్టియు, వాటి పరిశుద్ధతను బట్టియు ధాతువుల స్వభావములు వేరగుచుండును. మూలద్రవ్యములగు రస గంధకములు మామూలు వాడుకలోనున్న పాదరసము, గంధకము కావు. కాల్చినపుడు మారకుండుట, కరగుట, కాంతి, తాటరేకులుగా సాగుట మొదలగు ధాతుధర్మములకు కారణము రసము. అగ్ని సంపర్కమున మార్పు కలిగి వేర్వేరు రంగు లుత్పన్నమగుటకు కారణము గంధకము."

మూలద్రవ్యముల నిష్పత్తిభేదము వలనను, పారిశుద్ధ్యమును పట్టియు వేర్వేరు ధాతువులు కలుగుచున్న వని చెప్పిరేకాని, పారిశుద్ధ్యాంశ మన నేమియో వారు స్పష్టముగా తెలియచేయలేదు.

**రసవాదులు:** ఈ యుగమందు మధ్యధరాసముద్ర తీరములను అరబ్బు లాక్రమించువరకు అలిగ్జాండ్రియా (ఈజిప్టు), బైజాంటియం (ఆసియామైనరు) నగరములలో జీవించిన రసవాదులు, శాస్త్రప్రవర్తకులై పరగినారు. అలిగ్జాండ్రియా సంప్రదాయమునకు చెందిన సైనీసియస్, జోసిమస్ అనువారలు (5 వ శతాబ్ద ఆరంభమున) ఇద్దరును స్వేదన ప్రక్రియను సంపూర్ణముగా వర్ణించినవారలలో ప్రథములు. ఈ ప్రక్రియా ప్రయోగఫలములుగా రాసాయనికశాస్త్రమందు అనేక నూతన విషయములు బయలుపడినవి. వీరి గ్రంథములందు రాసాయనికశాస్త్ర చరిత్రనుగాని, రసవాద చరిత్రనుకాని వివరముగా తెలిసికొనుటకు తగిన అవకాశములులేవు. చరిత్రాత్మకమైన, నిశ్చయమైన జ్ఞానము మొట్టమొదట మనకు 8 వ శతాబ్దపు అరబ్బీ రసవాద గ్రంథములలో కన్పించును.

## అరబ్బుల రసవాదము

అరబ్బుల రసవాదమునకు మూలము గ్రీక్ విజ్ఞానమే అనునది నిర్వివాదము. రసవాదము ఈజిప్టు, సిరియా, పర్షియా దేశములద్వారా అరబ్బులకు అబ్బినది. మహమ్మదీయ రసవాదము 665-704 మధ్యజీవించిన ఉమాయడ్ వంశమునకు చెందిన ఖలీద్ ఇబ్న్ యజీడ్ ఉపజ్ఞమని చెప్పుదురు. ఖలీద్ అనేక రసవాద గ్రంథములను అరబ్బీ భాషలోనికి అనువదింప చేసెనని ప్రసిద్ధి.

తరువాతి సుప్రసిద్ధ రసవాది యని పేరుగన్న జాఫర్ ఆల్ సడిక్ అను నాతడు మహమ్మదు యొక్క అల్లుని వంశమువాడు. మహమ్మదు తరువాత ఖలీఫా పదవిని పొందిన వారలలో చివరివా డీతడు. ఈతడే 8వ శతాబ్దమందు జీవించిన ప్రసిద్ధరసవాది జేబిర్ ఇబ్న్‌హయ్యాన్ గురువని చెప్పుదురు. కాని ఈ సమాచార మంతయు ఆధార రహితమని ఇటీవల రుజువైనది. ఖలీడ్, జేబిర్ అవాస్తవిక వ్యక్తులు. జేబిర్ రచించినవని ప్రసిద్ధిగాంచిన గ్రంథములు ఒక మహమ్మదీయ రహస్యమతశాఖ సంకలించినవి. అరబ్బీరసవాదమునకు ప్రామాణిక లిఖితములు 10వ శతాబ్దములో బాగ్దాదు పట్టణమందు వికసించిన అరబ్బీ విజ్ఞాన విధానమందు కాననగును.

మహమ్మదీయ ప్రపంచమందు ఈ కాలమునకు పూర్వము రసవాదులు లేరని చెప్పుటకాదు. ఈ పూర్వకాలపు నిపుణులు వ్రాసిన గూఢ రచనలలో కొన్నిమాత్రము మనదాక మిగిలినవి.

"క్రాటేజ్ గ్రంథము" అని పేరు పొందిన గూఢ రచనా విశిష్టమగు రసవాద గ్రంథము 8వ శతాబ్దమునకు పూర్వము ఈజిప్టు దేశపు కాప్టుజాతికి చెందిన యొక రచయిత కూర్చి యుండవచ్చు నని ఐతిహాసికుల అభిప్రాయము. తరువాత ధూల్‌నున్ అను రహస్యవాద సాధకునిచే, ఈ గూఢ సంప్రదాయము కొనసాగింపబడినది.




జేబిర్

అరబ్బీరసవాద చరిత్రయందు స్వర్ణయుగ మని పేరు పొందిన కాలములో ఈ రహస్య సంప్రదాయము మహమద్ ఇబ్న్ ఉమాయిడ్ (900 - 961) అను వానిచే అనుసరింపబడినది. ఈతని 'రౌప్యజలము', 'నక్షత్ర పృథ్వి' తరువాతి తరములవారి రహస్య రచనలకు మూల ప్రతికృతిగా ఆచరించినవి. ఇంచుమించి కాలమునందే దాని లాటిన్ అనువాద రూపమున మిక్కిలి పేరుగాంచిన 'టుర్బాఫిలసాఫికోరమ్' అను గ్రంథము వెలుగుచూచినది. ఇందు గ్రీక్ ప్రపంచ సృష్టిభావములను, రసవాద సిద్ధాంతములను అరబ్బుల విజ్ఞానముతో సమన్వయించుటకు చేసినయత్నములు ప్రకటించబడినవి. ఈ గ్రంథమందలి విషయములు పూర్వపు రహస్య రచనలలో ఉన్న వాటికన్న హేతుమూలములు, విశదతరములుగా ఉన్నను తరువాతి కాలమందు ప్రాకట్యమును గన్న జేబిర్, అల్ రాజీ ఉపజ్ఞములగు ప్రయోగ పోషిత స్పష్టభావ సంకలితములగు రచనల కెందును సాటిరావు.

జేబిర్ వ్రాసినాడనుకొనిన రచనలతో అరబ్బీ రసవాద చరిత్రయందు సుప్రతిష్ఠమైన ఘట్టమేర్పడినది. రసవాదము, జ్యోతిషము, విశ్వనిర్మాణశాస్త్రము, రహస్యవాదము మొదలగు వాటి జ్ఞానమును, వీటితో సంబంధించి అనేక రూపములనున్న జ్ఞానము ఈ గ్రంథ సంచయమందు సంగ్రహించబడినది. ఈ గ్రంథములను వివరముగా విమర్శించిన క్రాస్ అను ఐతిహాసకుడు, ఇవన్నియు ఒక మహమ్మదీయ మతశాఖచే సంకలితములైనట్లు నిరూపించగలిగెను.

రహస్య సిద్ధాంతము నందభినివేశము నటుంచి ఈ తెగవారు నాటి విజ్ఞాన విస్తారము నంతను అనుశీలించి, నాడు లబ్ధమైన రసవాద వాఙ్మయము నంతటిని విపుల విజ్ఞాన కోశముల నించిరి. అందు రసవాద క్షేత్రమందు నూతనావిష్కరణములు కావించిన వారు కూడ కొంతమంది కలరు. వీరిలో హయ్యాన్ కుమారుడు జేబిర్ అని పేరు మోసిన రసవాది వాస్తవికముగ నుండి ఉండవచ్చును. ఈతడు జేబిర్ సంచయమందు తొలిరచనయగు 'బుక్ ఆవ్ మెర్సీ' (అనుకంపా గ్రంథము)ని వ్రాసియుండవచ్చును. కాని జేబిర్ వ్రాసినవని ప్రతీతిగన్న గ్రంథములన్నియు (ఇవి ఒక వేయికి మించి ఉన్నవి) ఒక్కనిచే వ్రాయబడినవి అని గాని, అవి 9వ శతాబ్దములో వ్రాయబడినవి అని గాని నిశ్చయించుటకు ఆ రచనలయందు గన్పట్టు ఆంతర ప్రమాణములు బొత్తిగా వీలీయవు.

జేబిర్ రచనా సంచయమందు గన్పట్టు మౌలికభావము లన్నిటికిని గ్రీక్ రసవాదుల మతములు, అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతములు ప్రతికృతులు. జేబిర్ ద్రవ్య రచనా సిద్ధాంతము ఉష్ణత, శైత్యము, తేమ, అనార్ద్రత అను అరిస్టాటిల్ తత్త్వములపై ఆధారపడి యున్నది. ఈ నాల్గింటిలో నొక రెండు ధాతు ఘటకములుగా పేర్కొనబడినవి. ఈ ఘటకములే ఆ ధాతువుల ధర్మములను నియంత్రించును. ఇవి బాహ్యధర్మములు. ఇవిగాక ప్రతి ధాతువును తక్కిన రెండు గుణములను అంతర ధర్మములుగా స్వీకరించును. మాటకు, బంగారపు బాహ్యధర్మములు ఉష్ణత, ఆర్ద్రత; అంతర ధర్మములు శైత్యము, అనార్ద్రత. ఈ చివర రెండును వెండియొక్క బాహ్యధర్మములు. వెండిని బంగారముగా మార్చుటకు దానికి అంతర ధర్మములను సమకూర్చవలెను. ఈ పని 'ఎలిక్సిర్' (అమృత ద్రావకము) సహాయమున జరుగును. ఈ ఎలిక్సిర్ ప్రసంగము గ్రీక్ రసవాదమందు కానము. ఇది చైనీయ రసవాదులచే తరుచుగా పేర్కొనబడినది (చూ. చైనీయ రసవాదము: పు. 70). అందువలన అరబ్బుల రసవాదము ప్రాచ్యప్రతీచ్య రసవాద భావముల సంమేళన మని చెప్పవచ్చును.

ఈ రెండు రసవాద వ్యవస్థలనుండి ఉత్పన్నమైన విరుద్ధ ధర్మ సిద్ధాంతము జేబిర్ రచనలలో కూడ కానవచ్చును. కాని ఇక్కడ ఘటకములు పై జెప్పిన మౌలిక ద్రవ్య గుణములు కావు; అవి రసము, గంధకము. ఈ జేబిర్ సిద్ధాంతము బోయిల్ కాలము వరకు ప్రచారములో నుండెడిది.

అమృత ద్రావకమును సాధించుటలో వృక్ష, జంతు ద్రవ్యముల ఉపయోగము ఎక్కువగా జేబిర్ రచనలలో కన్పట్టును. తక్కిన అరబ్బీ రసవాద గ్రంథములందువలె జేబిర్ సంచయమునకు చెందిన గ్రంథములందు కూడ నవాసారమున కెక్కువ ప్రాధాన్యము ఈయబడినది. దీని పర్షియన్ నామము 'నుషాదుర్'. దీనివలన అమోనియమ్ లవణముల తొలి ప్రభవ స్థానము పర్షియా దేశమని గ్రహించవచ్చును.

అరిస్టాటిల్ ద్రవ్యరచనా సిద్ధాంతమందు ద్రవ్యఘటకములుగా నిరూపించబడిన అమూర్త తత్త్వములు ఉష్ణత, శైత్యము, ఆర్ద్రత, శుష్కత జేబిర్ రచనలలో ద్రవ్యమునుండి వేరుచేయుటకు వీలగు మూర్త ద్రవ్యములుగా మారినవి. అందువలన వేరువేరు సంయుక్త ద్రవ్యములలో ఈ ఘటక ద్రవ్యముల నిష్పత్తిని రసవాది నిర్ణయించి ఆ నిష్పత్తిని ఉచితముగ మార్చుటవలన ఇష్టద్రవ్యముల నిర్మాణమునకు ఉద్యమించవచ్చు నను నమ్మిక ఏర్పడినది. నిష్పత్తిని మార్చుటకు సాధనములుగా రాసాయనిక ప్రక్రియానుశీలన ప్రారంభింపబడినది. గ్రీక్ రసవాదులు రసవాదక్రియలలో స్వేదన ప్రక్రియను విరివిగా వాడిరి. కాని ఈ ప్రక్రియ నుపయోగించి వృక్ష, జంతూత్పన్నములైన ద్రవ్యముల మార్పులను వారు పరీక్షించ లేదు. అట్టి ద్రవ్యముల విఘటనాత్మక స్వేదనమును జేబిర్ కావించెను. స్వేదన ఫలములుగా కొన్ని వాయువులు, దాహ్యద్రవ్యములు, ద్రవములు ఉత్పన్నములై కొనకు బూడిద మిగిలినది. ఈ ఫల ద్రవ్యముల ఉత్పత్తి, ఇదివరకే మన మెరిగినట్లు అరిస్టాటిల్ చాతుర్భౌతిక ద్రవ్యసిద్ధాంతముతో సమన్వయింపబడినది.

ఇట్లు స్వేదన ప్రక్రియను కొనసాగించు కొలది ద్రవ్యమును సంపూర్ణముగా ఘటకముల క్రింద విశ్లేషించ వచ్చునని విశ్వసించబడినది. అభ్యాసము విజయ ప్రాప్తికి హేతువు. ఇట్లొక ప్రయోగ సరణియందు నీరు ఏడువందల సార్లు మరల మరల స్వేదింపబడ వలసినదిగా ఉపదేశింపబడినది. మధ్య మధ్య శుష్కతత్త్వ ప్రధానములగు ద్రవ్యములను ఆ నీటితో కలిపి స్వేదన ప్రక్రియను జరిగించినచో చివరకు మిగులునది శుద్ధశీతల తత్త్వము. ఇట్లే తక్కిన ఘటక తత్త్వముల వేరుచేసి వాటిని ఉచిత నిష్పత్తిలో మరల కూర్చిన యెడల ఇష్టద్రవ్యమును పొందవచ్చును. ఇట్టి ద్రవ్యపరీక్షకంగములుగా అనేక ప్రయోగ పరికరములు కల్పింపబడినవి.

పై జెప్పిన విధమున సిద్ధము కావించబడిన శుద్ధతత్త్వములను రోగగ్రస్త అనగా నీచధాతువులకు చికిత్సా సాధనములుగా ఉపయోగించి, వాటిని పూర్ణ లేదా ఉత్కృష్ట ధాతువు (బంగారము)లుగా మార్చవచ్చును.

పై చెప్పిన దానివలన గ్రీక్ రసవాద సిద్ధాంతములకన్న జేబిర్ సిద్ధాంతము ఎక్కువ ప్రయోగనిష్ఠము, నిశితము, సహేతుకము అని గ్రహింప వీలున్నది. ఇట్లే ద్రవ్యముల వర్గీకరణము కూడ జేబిర్ చేతులలో తర్కనైశిత్యమును, ఆలోచనా వైశద్యమును సమకూర్చుకున్నది. దీనికి కారణము జేబిర్‌కు పూర్వమందున్న రహస్య సిద్ధాంత ప్రవణులగు రసవాదులవలెగాక జేబిర్ కాలపువారు ప్రయోగము నెక్కువగా ఆశ్రయించుట.

ద్రవ్యములు, సారములు అనగా అగ్ని సంపర్కమున సంపూర్ణముగా బాష్పీభవించునవి; ధాతుకాయములు ద్రవణశీలములు, కాయములు అనగాసుత్తి పెట్టున లేదా అద్రవణ శీలములు ముక్కలగునవి లేదా పొడియగునవి అని ఖనిజములు మూడు వర్గములుగా విభజింపబడినవి.

ఇట్లు ప్రయోగ ఫలముల ననుసరించి ఖనిజములు, తక్కిన వస్తువులు హేతుబద్ధమైన వర్గీకరణమునకు విషయములుగా చేయబడినవి ; 'వర్గీకరణము' .విజ్ఞాన వ్యవస్థాపనకు తొలిమెట్టు. అట్టి వర్గీకరణ విధానము అరబ్బీ రసవాదులలో ప్రతిభావంతులైన వారి ఉద్యమ ఫలము. మహమ్మదీయ రసవాద క్షేత్రమందు రెండవ ప్రసిద్ధ పురుషుడు 9 వ శతాబ్దమున జీవించిన అబూబక్ర్ మహమ్మద్ ఇబ్న్ జాకరియా, అల్ రాజీ, (రాజెస్ అని ఈ పేరునకు లాటిన్ సంక్షేపము). ఈతడు మహమ్మదీయ వైద్యులలో మహోన్నతుడు. ఈయన రచనలు ప్రచురముగా వైద్య విషయములైనను రాసాయనిక అనుశీలన యందీతనికి ఆదరము మెండు. రాసాయనిక శాస్త్రానుశీలనకై, ఇదివరకు పరిపాటిలో లేని ప్రాయోగిక, సైద్ధాంతిక దృక్పథమును కల్పించినవా డితడు. రాసాయనిక విద్యను శాస్త్రముగా మలచిన వారలు ఈతని తరువాత మరి 500 ఏండ్లవరకు కానరారు. ఈతడనేక రసవాద గ్రంథములను రచించెను. అందున "రహస్య రహస్య గ్రంథము" అనునది మిక్కిలి ప్రసిద్ధము. ధాతుపరివర్తనము సంభవమని విశ్వసించినను, ఆతని దృష్టి ఎల్లప్పుడును ప్రయోగమందే లగ్నమైఉండెడిది.

జేబిర్, అల్ రాజీ రచనలు వైశద్యమునకు, గూఢ రచనా రాహిత్యమునకు పేరు పొందినవి. వారి ప్రయోగ శీలత తక్కిన అరబ్బీ రసవాదులకు, తరువాతి పాశ్చాత్య రసవాదులకు మార్గోపదేశకము. వారి ద్రవ్య వర్గీకరణ పద్ధతులు, వారి ప్రాయోగిక విధానములు, వారి ఉపకరణములు తరువాతి రాసాయినికులకు అనుసరణీయములైనవి. ఈ రచయిత లిద్దరును ధాతు పరివర్తన సంభావ్యమని తలంచినను వారికి పూర్వమం దుండెడి గూఢ రచయితలు దాని కిచ్చిన ప్రాధాన్యము వీరల రచనల యందు మృగ్యము.

కాని ఇట్టి పరివర్తనసంభావ్యతను సంశయించిన వాడొక ప్రసిద్ధ అరబ్బీ వైద్యశాస్త్రజ్ఞుడు కలడు; ఆయన పేరు అల్ హుస్సేన్ ఇబ్న్ అబ్దుల్లా ఇబ్న్సినా. ఈ నామమును పాశ్చాత్యులు 'అవిసెనా'గా మార్చిరి. ఇస్లాము ప్రపంచపు అరిస్టాటిల్ అని ఈతనికి ప్రఖ్యాతి కలదు. ఈతని చికిత్సాపద్ధతి తరువాత ఆరు శతాబ్దముల వరకు ప్రాచ్య, పాశ్చాత్య వైద్య విద్యాపీఠములందు పఠనీయ పద్ధతిగా పరిగ్రహింపబడినది. ఆతని రాసాయని కానుశీలన ఫలములు 'కితాబ్ అల్ షిఫా' అను గ్రంథమందు సంగ్రహించబడినవి; ఇందు భౌతికశాస్త్ర భాగమందు ఖనిజముల వర్గీకరణము వర్ణించబడినది. రాళ్లు, ద్రావ్య ద్రవ్యములు, గంధకములు, లవణములు అను వర్గములు కల్పించబడినవి. ధాతువులు అగ్ని సంపర్కమున ద్రవీభవించి పాదరసమును పోలియుండును ; కనుక ధాతు రచనలో పాదరస మొక ప్రధాన ఘటకము అను అభిప్రాయమును ఈతడు వెలిబుచ్చినాడు. ఇట్టి తర్కశాస్త్ర ప్రవణుడగు ఈతని ధాతు పరివర్తనను గురించిన సందేహము పశ్చిమ దేశములకు ప్రాకి రసవాదపు తరువాతి అభివృద్ధిపై తన ప్రభావమును నెరపినది.

ఇదివరకు పేర్కొనబడిన అరబ్బీ రసవాదులు మహమ్మదీయ ప్రాచ్యరాజ్యార్థ ఖండమునకు చెందినవారు. వారలలో అల్ రాజీ వంటి పర్షియన్ లనేకుల ప్రభావముచే గ్రీక్ విజ్ఞానము ప్రాయోగిక రసవాదముతోపాటు పర్షియానుండి విదేశములకు వ్యాపించినది. మున్ను గూఢ రచనా భూయిష్ఠమైన రసవాదము ఈజిప్టులో వృద్ధి గాంచినది. పదియవ శతాబ్దమున రసవాదము పెంపుకన్న తరువాత త్వరలో అది స్పెయిన్ దేశమున వ్యాపించినది. అచ్చట మూర్ జాతికి చెందిన రసవాదులు ప్రబలిరి.

గ్రీక్ భౌతిక, గణితశాస్త్ర రచనలు 10 వ శతాబ్దపు చివరను స్పెయిన్ దేశమును ప్రవేశించినవి. జేబిర్, అల్ రాజీ గ్రంథములు కూడ ఆ కాలముననే స్పెయిన్ దేశమును జొచ్చియుండవచ్చును. మూరిష్ రసవాదులలో ఖగోళ శాస్త్ర నిష్ణాతుడగు మస్రామా అల్ మజ్రితీ (మరణము క్రీ.శ. 1007) అగ్రగణ్యుడు. ఈతని రచనలయందు ప్రయోగము తులాయంత్రమును గ్రహించినది. పాదరసమును మూత పెట్టిన పాత్రయందు నాలుగు రోజులు వేడిచేసిన తరువాత, చివరకు మిగిలినది 'రససిందూర' మని ఈతడు కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగ విషయమున పాదరస భారమిసుమంతయైన మారలేదను ఈతని ప్రత్యవేక్షణ రాసాయనిక శాస్త్ర శరీరమునకు ప్రాణపదమగు ద్రవ్యరాశి నిత్యతా నియమమును, 18 వ శతాబ్దమున స్థాపించిన లావ్వాజ్యే (1743-94) ప్రయోగమును ఆకాంక్షించినది. ఈ సందర్భమున అల్ జిల్డాకీ అను ఇంకొక అరబ్బీ రసవాదుని "ప్రకృతి తులా యంత్రమును చేత గ్రహించి సృష్టికి కడంగినది" అను ఉక్తి ఎంతయు ఆశ్చర్యావహమైనది. ఇట్టి అభిప్రాయములు, అరబ్బీ రసవాదులలో అనేకులు క్రమముగా ద్రవ్యఘటకముల పారిమాణిక పరీక్షపై తమ శ్రద్ధను కేంద్రీకరించు చుండిరను విషయమును మనకు తెలియజేయుచున్నవి.

11 వ, 12 వ, 13 వ శతాబ్దములలో అనేక రచయితలు, వారి గ్రంథములు, ఇదివరకున్న గ్రంథముల వ్యాఖ్యలు, వెలువడినను 10 వ శతాబ్దపు రసవాదులు నెలకొల్పిన

రసవాదజ్ఞాన నిధికి కొంచమైన అతిశయమును తెచ్చిపెట్టిన వారులేరు. ఈ శతాబ్దములలో మహమ్మదీయ రాజ్యము లందు మతాభినివేశమెక్కువై, రచనలు మరల గూఢ మార్గమును త్రొక్క నారంభించినవి. దీనికి కారణము రాసాయనిక శాస్త్రానుశీలన శాస్త్రమార్గమును త్యజించుటయే. అదిగాక మహమ్మదీయ శాస్త్రాన్వేషణ దాని వీర్యమును కోలుపోయినది. శాస్త్ర నేతృత్వము చేతులు మారినది. అదృష్టవశమున ఇంతకు పూర్వము గ్రీకుల శాస్త్రీయ భావములను స్వీకరించుటకు సిద్ధముగా లేని యూరప్ ఖండపు ప్రతీచ్యము అరబ్బులచే అందించబడిన ఆ భావములను ఆమోదించినది. ఇట్లు శాస్త్రీయ సంప్రదాయము విచ్ఛిన్నము కాకుండ నిర్వహించిన కీర్తి అరబ్బులది. కాని ఇది ఒక్కటే వారి నిర్వాహము కాదు. ఇవతల అలిగ్జాండ్రియా, అవతల చైనా నాగరికతల నుండి వీరికి సంక్రమించిన భావములను ఐక్యము గావించి రసవాదమునకును, రస-గంధక-ధాతు సిద్ధాంతమునకును ఒక నూతన ప్రతిష్ఠను సంపాదించి పెట్టిరి. అమృత ద్రావక భావమును, స్పర్శమణి (స్పర్శవేది) భావమును విశదపరచుటయేగాక బహుశః చైనీయ సిద్ధాంతముల నాశ్రయించి స్పర్శమణి ధాతువులకు చికిత్సగా కాక, మానవ శరీరములకు కూడ ఆమయశామకముగ ఆచరించునని తెలియచేసిరి. ప్రాయోగిక క్షేత్రమందు వారు నవాసార ధర్మముల నవేక్షించిరి; తీక్ష్ణక్షారముల సిద్ధపరచిరి; జంతూత్పన్నమైన ద్రవ్యముల ధర్మములను, రాసాయనిక శాస్త్రమునకు వాటి ఉపయోగమును నిరూపించిరి. విఘటనాత్మక స్వేదన-ప్రక్రియను ప్రయోగ సరణియందు ప్రవేశపెట్టి, వివిధ ధర్మములను చరమ ఘటకముల క్రింద విశ్లేషింప యత్నించిరి. వారి ఖనిజ వర్గీకరణము తరువాత యూరప్‌లో ప్రచారమును గన్న ద్రవ్య వర్గీకరణ పద్ధతులకు వరువడి పెట్టినది. ఇట్లు ఇదివరకు సాధించబడిన దానికన్న, రాసాయనిక శాస్త్రమునకు అరబ్బీ రసవాదము ఎక్కువ సేవచేసి శాస్త్రాభివృద్ధికి అపార దోహద మొనరించినది.

11-13 శతాబ్దములమధ్య జీవించిన మహమ్మదీయ రసవాదులలో గణనీయులు లేరు. వీరు కేవలము గతానుగతికులు. 13 వ శతాబ్దము తరువాత మహమ్మదీయ రసవాదాచార్య పరంపర అంతమైనది. ఏలన, ఈ కాలమున మహమ్మదీయుల విద్యాకుతూహలము బొత్తిగా సన్నగిల్లెను. ప్రాచ్యరాజ్యమున బాగ్దాద్ నందలి కలీఫా మహాసామ్రాజ్యము విచ్ఛిన్నమై, చిన్న చిన్న స్వతంత్రరాజవంశములు బయలుదేరినవి. ఇట్టి రాజకీయ పరిస్థితులలో విద్యలకు ఆలంబనము చిక్కలేదు.

స్పెయిన్ దేశములో మహమ్మదీయ సంస్కృతి మరి కొంతకాలము నిలచియున్నది. కాని, ఇక్కడ కూడ కార్డోవాయందలి కలీఫా సామ్రాజ్యము ముక్కలై స్వతంత్ర రాజవంశము లేర్పడిన తరువాత మహమ్మదీయులు పరిసర క్రైస్తవరాజులకు లొంగిపోయిరి. 1200 తరువాత రాసాయనిక శాస్త్రములో మహమ్మదీయుల వలన తమకు సంక్రమించిన శాస్త్రజ్ఞానమును వారికన్న హెచ్చుగా పెంపొందించినవి స్పెయిన్, ఫ్రాన్స్, ఇంగ్లండు, జర్మనీ, ఇటలీ మున్నగు క్రైస్తవ దేశములు. తరువాతి రాసాయనిక శాస్త్రచరిత్రను పరామర్శించుటకు మన దృష్టిని ఈ క్రైస్తవ రాజ్యములవైపు మరల్పవలెను. ఈ విషయము యూరప్‌లో 'రసవాదము' అను శీర్షిక క్రింద సవిస్తరముగా తెలుపబడినది.

## భారతీయ రసవాదము

రాసాయనమునకును, రాసాయనిక శాస్త్రమునకును మాటల పోలిక ఉండుటయేకాక, రాసాయనమును తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుటవలన, జ్ఞానభాగమునకు రాసాయనిక శాస్త్ర మని పేరు వచ్చినది.

తరువాత తాంత్రిక యుగములో (13 వ, 14 వ శతాబ్దములు) రసాయనశబ్దము రసమును, తక్కిన ధాతువులను వాడుకచేయుట అను అర్థములో వాడినట్లు కనబడును. ఆనాటి రసవాదగ్రంథములలో ఈ విద్యకు రసాయన విద్య, రసవాదము అని పేర్లు.

యూరప్ ఖండములో మధ్యయుగములో రాసాయనిక శాస్త్రము చికిత్సాశాస్త్రమునకు అంగముగా వృద్ధిపొందినది. భారతదేశములోకూడ మొదటినుండి, చికిత్సాశాస్త్రమున కంగముగా నుండినప్పటికిని రాసాయనిక శాస్త్రము యోగశాస్త్రముతో జట్టు కావించుకొని తంత్రశాస్త్రముగా పరిణమించినది. రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానాభివృద్ధికి తంత్రశాస్త్రము లెట్లు కారణములైనవో తెలిసికొనుటకు 'రసార్ణవ'మను గ్రంథము మన కుపకరించును. ఈ గ్రంథము రసము, దాని యౌగికములు-వీటి ప్రాశస్త్యమును వర్ణించునది.

రసవాదమునకు యోగశాస్త్రముతో కలిగిన ఈ పొత్తు, 11 వ శతాబ్దమునాటికే దృఢబద్ధమైన దన్న విషయము మహమ్మద్ ఘజ్నీకి సమకాలికుడైన అల్బరూనీ అను చరిత్రకారుని 'ఇండియా' అను గ్రంథము వలన మనకు తెలియవచ్చినది. తాంత్రిక సంప్రదాయమునకు సంబంధించిన రసవాద గ్రంథముల సంఖ్య అపరిమితమైనది. వీటివలన తంత్రశాస్త్రము దర్శనములలో స్థానమార్జించుకొనినంత

ప్రాముఖ్యమును సంపాదించినది. మొదటి బుక్కరాయని సచివోత్తము డగు మాధవాచార్యుడు 'సర్వదర్శనసంగ్రహ' మను తన గ్రంథములో సంగ్రహించిన పదునెనిమిది దర్శనములలో 'రసేశ్వరదర్శన'మను శీర్షికను, అప్పటికే ఉత్తమ గ్రంథములని ప్రసిద్ధిగన్న 'రసార్ణవము', 'రసేశ్వర సిద్ధాంతము', 'రసహృదయము' మొదలగు గ్రంథముల నుండి పెక్కుశ్లోకములను ఉదాహరించి రసవాదమును ప్రత్యేకదర్శనముగా వివరించెను.

ఇట్లు తంత్రశాస్త్రములవలన ప్రయోగప్రాచుర్యమును పొందిన రసౌషధములు, 'చరకము', 'సుశ్రుతము', 'వాగ్భటము'అను ఆయుర్వేద గ్రంథములలో వివరించిన ప్రత్యేక మూలికల చికిత్సాసంప్రదాయమును త్రోసిరాజనిపించినవి. 11 వ శతాబ్దమున 'సుశ్రుతమునకు' వ్యాఖ్యానమొన రించిన చక్రపాణి తన పేరుగల వైద్యగ్రంథమందు, అనేక రసౌషధములను తాను చికిత్సలో ప్రవేశపెట్టినట్లు చెప్పుకొనినాడు. రసము, ఇతరధాతువులు - వాటి యౌగికములు బాహాటముగా వాడుకలోనికి వచ్చినతరువాత రాసాయనిక శాస్త్రానుశీలనమునకు అమితమగు ప్రోత్సాహము లభించినది. 11 - 14 శతాబ్దముల మధ్య తంత్రశాస్త్రజ్ఞులలో రసవాదమును, దానితోపాటు రాసాయనికశాస్త్రమును వృద్ధిపొందించినవారలలో గోవిందభిక్షువు, సోమదేవుడు, నాగార్జునుడు, రామచంద్రుడు, స్వచ్ఛందభైరవుడు పేరుకన్నవారు. నేటికిని వీరల నామములు భారతీయ రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానమునకు ఊతకర్రలు. వీరిలో నాయకమణియగు నాగార్జునుడు 'రసరత్నాకర'మను తన గ్రంథములో నొకచోట ఇట్లు పార్వతిని సంబోధించినాడు:

"ద్వాదశాని చ వర్షాణి మహాక్లేశః కృతో మయా। యది తుష్టాఽసి మే దేవి ! సర్వదా భక్తవత్సలే ! దుర్లభం త్రిషు లోకేషు రసబద్ధం దదస్వ మే ॥"

"నేను పండ్రెండేండ్లు కఠోరపరిశ్రమ చేసితిని. అందువలన ఓ దేవీ! నీవు సంతుష్టురాలవే అయినచో, మూడు లోకములలో దుర్లభమైన రాసాయనిక జ్ఞానమును నాకు ప్రసాదింపుము."

## చైనీయ రసవాదము

అలెగ్జాండ్రియాలో తొలిని రసవాద ప్రాదుర్భావమును త్తేజించిన శిల్పకళ, దర్శనముల సమ్మేళనము అంతకన్న కొంచము ప్రాచీనముగ చైనాదేశమందు కూడ రసవాదావిర్భావమునకు హేతువైనది. దూరప్రాచ్యమందు ఈజిప్టుదేశమందు కన్న రసవాదము భిన్నరూపమును దాల్చినను, ప్రాచ్యప్రతీచ్య రసవాదాభ్యాసముల అనూన సాదృశ్యము ఎవరినుండి జ్ఞానము ఎవరికి సంక్రమించినదో అను విషయమును గురించి చారిత్రకులమధ్య ఎడతెగని వివాదములకు ఆలవాలమైనది. ఈ వివాద నిర్ణయమునకు తగు చారిత్రక సామగ్రిలేదు. కాని ఏది ఎట్లున్నను, ఈ రెండు (ఈజిప్టు, చైనా) సంస్కృతులమధ్య పరస్పర విజ్ఞాన వినిమయ ముండెడిది అని మనమూహించుట కవకాశమున్నను మొత్తముమీద చైనా, ఈజిప్టుదేశములలో రసవాదము స్వతంత్రముగా అభివృద్ధి నొందినట్లు మనము గ్రహించవచ్చును.

చైనీయ పారిశ్రామిక కళలు తొలినుండి రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానమును ఆధారముగా గొనినవి. ధాతువులలో రాగి, బంగారము, వెండి చైనీయులకు చిరపరిచితములు. ఈజిప్టు, మెసపొటేమియా నాగరికతలలో బంగారమంతగా దొరికియుండలేదు. తక్కిన ప్రధాన ధాతువులు క్రీ. పూ. 4 వ శతాబ్దమునాటికే చైనీయులకు విదితము. రసవాదులకు ఆదరణ పాత్రములగు సీస, రసలవణములు చైనీయ రసవాదులచే ఖనిజములనుండి సాధించబడినవి.

ఇంతేగాక చైనీయులు చిరకాలమునుండి దార్శనిక దృష్టి కలవాటు పడినవారు. చాలకాలము క్రిందటనే గ్రీకులు, భారతీయులవలె వారొక పాంచభౌతిక ద్రవ్యరచనా సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిరి. వీరు గుర్తించిన ద్రవ్యఘటకములు - ధాతువులు, కర్ర, భూమి, నీరు, నిప్పు. ఇదిగాక ద్రవ్యములందు కన్పట్టువిరుద్ధ ధర్మములకు కారణములుగ యిన్, యాంగ్ [1] అను రెండు పరస్పర విరుద్ధ తత్త్వములు పేర్కొనబడినవి. ఇట్టి సిద్ధాంతమును గ్రీక్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడగు హెరాక్లైటస్ [2]చే ప్రకటింపబడినను, చైనాదేశమందు ఈ యిన్, యాంగ్ భావము అమితమైన వృద్ధిని కన్నది. యిన్ స్త్రీతత్త్వము; యాంగ్ పుంస్త్వము. ఈ భావములు చైనీయ టావో మతములో వాటిసంపూర్ణ వికాసము నందికొనినవి టావో దర్శన [3] కాలమునాటికి చైనాలో రసవాదము జన సామాన్యమున ఎక్కువగా వ్యాపించినది. మధ్యయుగములో నది, యూరప్‌లోవలెనట్లు వంచనాపూరితమైనది. క్రీ. పూ. 144లో కృత్రిమ స్వర్ణమును చేసెద మని ప్రకటించువారలకు కఠినశిక్ష సార్వభౌమునిచే విధించబడినది. క్రీ. శ. 51లో ఒకగొప్ప న్యాయాధికారి, సార్వభౌముని మ్రోల బంగారము చేసెదనని ప్రతినగావించి విఫలయత్నుడయ్యెను.

1. దర్శనములు మతములు సంపుటము, పు. 399.
2. Ibid 379.
3. Ibid 434.

అప్పటినుండి రసవాద ప్రయోగాభ్యాసము కొంత వెనుక బడినను బొత్తిగా అంతరించలేదు. క్రీ. శ. 142 ప్రాంతములో వై-పో-యాంగ్ రచితమైన 'ట్సాన్ టూంగ్ చీ' అను గ్రంథము వెలువడినది. ఇది చాల ముఖ్యమైన రసవాద గ్రంథము. ఇంకొక గొప్పగ్రంథము కోహాంగ్ (281-331) వ్రాసిన 'పాట-పూ-ట్సూ' ఇది నాటి చైనీయ రసవాదమును సమగ్రముగా వర్ణించిన గ్రంథము.

చైనీయ రసవాద వాఙ్మయము రెండు పాయలుగా ఉన్నది. 1. నీచ ధాతువులను బంగారముగా మార్చుటను వర్ణించు గ్రంథములు; 2. ఈ బంగారమునుండి అమృతత్వమును సాధించుట కుపయోగించు విధానముల వర్ణించు గ్రంథములు. ఈ రెండవ ప్రయోజనము ఆలిగ్జాండ్రియా రసవాదమందు కానము. కాని భారతీయ రసవాదమునందు తంత్రశాస్త్ర ప్రభావమున రసేశ్వరదర్శనమనుపేర నిదిప్రధాన ప్రయోజనమై యుండెను.

యూరప్‌లో రసవాద గ్రంథములందువలె చైనీయ గ్రంథములందుకూడ ప్రయోగ పరికరములు వర్ణించ బడియున్నవి.

కాని యూరప్ సంస్కృతిపై రసవాదమున కుండిన ప్రభావము రాసాయనికశాస్త్ర ప్రాదుర్భావమునకు కారణమైనది. చైనా సంస్కృతి పురోగతిపై రసవాదము అట్టి ప్రభావమును నెరపకయే క్రమముగా దాని కదియే క్షీణించినది.

భారతదేశము ద్వారా ప్రతీచ్యమునకు చైనాసంస్కృతితో సంక్రమించిన పొత్తు యూరప్‌లో రసవాదమునందు అమృతద్రావ భావమును ప్రవేశపెట్టినది.

## యూరప్‌లో రసవాదము

రసవాదవిజ్ఞానము 9 వ శతాబ్దము మొదలుకొని స్పెయిన్ దేశమునుండి ఉత్తరయూరప్ దేశములకు వ్యాపించినది. ఈ వ్యాపన తొలుత అప్పుడప్పుడు ఒక్కొక్క వ్యక్తివలన జరిగినదే కాని నిరంతరాయముగా జరిగినది కాదు. పండ్రెండవశతాబ్దమునుండి స్పెయిన్ దేశమువచ్చి మహమ్మదీయ ఆచార్యులవద్ద విద్యనభ్యసించిన శిష్యులద్వారా రసవాదజ్ఞానము ఎడతెగకుండ ఉత్తర యూరప్‌లోనున్న ఫ్రాన్స్, జర్మనీ, ఇంగ్లండు దేశములకు ప్రాకినది. 13 వ శతాబ్దమందు బహుమేధావులగు రసవాదులు బయలుదేరిరి. స్పెయిన్‌లో రేమండ్ లల్లీ, ఫ్రాన్స్‌లో ఆర్నోల్డ్ విల్లనోవా, జర్మనీలో ఆల్ బర్టస్ మాగ్నస్, ఇంగ్లండులో రోజర్ బేకన్ ప్రసిద్ధ రసవాదులుగా వన్నెకెక్కిరి. వీరందరును ధాతుపరివర్తన సాధ్యమని నమ్ముటయేకాక, సాధించగలిగితి మనికూడ చెప్పుకొనిరి. కాని, వారి వ్రాతలలో పరివర్తనను సాధించుటకు వీలైన ప్రయోగసాధ్యమగు ప్రక్రియ లేవియును కానరావు. దీని అంతరార్థమేమనిన, వారు సాధ్యముగునని తలంచిన పరివర్తనమందు వారికిగల ఆశ వారిని మోసపుచ్చినది. సాధ్యమని వారు హృదయ పూర్వకముగా నమ్మిన పరివర్తనము సిద్ధించినట్లు వర్ణించిరి.

పదునాల్గవ శతాబ్దమున నాగరిక ప్రపంచమునంతయు రసవాదము ముట్టడించినది. భారత దేశమందుకూడ రసవాదము 14 వ శతాబ్దముననే తంత్రశాస్త్రముల ప్రభావమున అత్యున్నతిని గాంచినది.

రసవాద మీ రోజులలో ఈజిప్టునుండి అదృశ్యమై స్పెయిన్‌లోకూడ క్షీణించినది; కాని, ఆఫ్రికా ఉత్తర సముద్రతీరముల నంటిపెట్టుకొని 15 వ శతాబ్దమువరకు ఊగులాడినది. తురుష్కులు బైజాన్టీన్ రాజ్యమును ఆక్రమించుకొనినతరువాత (1453) అక్కడి రసవాదులుకూడ క్రమముగా నంతరించిరి.

ఉత్తరయూరప్ ఖండమును వ్యాపించిన రసవాదము మహామారివలె దేశమునంతను వశపరచుకొనినది. సామాన్యులు, సంపన్నులు, క్రైస్తవమతస్థులు, సార్వభౌములు అందరును రసవాదుల వలలోపడి వారి సంపదను, ప్రతిష్ఠను కూడ కోలుపోయిరి. ఇట్టి వంచనాపూరితమైన రసవాదము తన ప్రాభవమును కోలుపోయి అచ్చటచ్చట కొనఊపిరితో పొడసూపి 17 వ శతాబ్ద మంతమగుసరికి యూరప్‌నుండి అంతరించినది.

వైద్యరాసాయనికశాస్త్రయుగము : పైని చూపినట్లు రసవాదసంరంభము 17 వ శతాబ్దాంతమువరకు అచ్చటచ్చట దోచుచుండినను 16 వ శతాబ్దాదిని రాసాయనికశాస్త్ర మింకొక త్రోవతొక్కినది; బంగారమును చేయు ప్రయత్నమును వీడి, వైద్యమున కుపకరించుటకు మొదలుపెట్టినది. అంతవరకు రాసాయనిక శాస్త్రాభ్యాసకులందరు రసవాదులే. అప్పటినుండి రాసాయనిక శాస్త్రమునకు వైద్యముతో పొత్తుకుదిరి, రాసాయనికశాస్త్రాభ్యాసము చికిత్సకులచేతిలో పడినది. ఇది రాసాయనికశాస్త్రమునకు పరమ లాభముగా పరిణమించినది. ఏలన ఆనాడు వైద్యవృత్తిని అవలంబించువారందరు సత్యశీలురు, ఉదారులు, మేధావులు సంస్కృతి సంపన్నులుగా ఉండెడివారు. అట్టివారు రాసాయనిక శాస్త్రప్రవర్తకులగుటచే రసవాదులవలె వంచనకు పోక సత్యాన్వేషణయందే బద్ధానురాగులై రసవాద శృంఖలమునుండి తప్పించి, రాసాయనిక శాస్త్రమును వైద్యమునకు విధేయముగా నొనర్చి సత్యవర్తనకు దారితీసిరి.

రాసాయనికశాస్త్రములో ఇట్టి అద్భుతమగు విపర్యయమును తెచ్చిపెట్టినవాడు 15 శతాబ్దాంతమున (1493) స్విట్జర్లండ్ దేశములో జన్మించిన పారాసెల్సస్ (1493-1541) అను మహాశయుడు. ఈయన గంభీరాకారమునకు తగిన ప్రజ్ఞకలవాడు. ఈయన పెట్టుకొనినపేరే ఈయన ఆటోపమునకు గురుతు: ఫిలిప్పస్ ఆరియోలస్ పారాసెల్సస్ తియోఫ్రాస్టస్ బొంబాస్టస్ ఫాన్ హోహెన్ హైమ్. బేసెల్ యూనివర్శిటీలో వైద్యవిద్యను అభ్యసించి అందే ఆచార్యుడుగా పనిచేసినాడు. ఆ రోజులలో చికిత్సకులలో ఈయన అమృతహస్తుడను పేరును గడించెను. యూనివర్శిటీలో తన స్థానబలమును, కత్తిమొనవలె తీక్ష్ణమగు తన వాగ్ధాటిని, ప్రతివాది నిరసనమందు తనకుగల ప్రతిభావిశేషమును ఉపయోగించి చికిత్సాసాధనములను తయారుచేయుటయే రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్యప్రయోజనమను అభిప్రాయమును ఉపదేశించి ఫలశూన్యమగు రసవాదమునుండి రాసాయనికశాస్త్రప్రవర్తకులను వైద్యము వైపు త్రిప్పినాడు. రాసాయనిక సంఘటన ఫలితమే జీవమనియు, శరీరము రసము, గంధకము, లవణముల రాసాయనిక సమ్మేళనమని ఈయనవాదము. ఈ మూడు శారీరక పదార్థముల సమనిష్పత్తి దేహారోగ్యమునకు కూర్చుననియు, వీటిలో వ్యత్యాసము కలిగినప్పుడుగాని, ఏదైన లోపించినప్పుడు కాని రోగము సంభవించుననియు, ఆ లోపము పూరించిన రోగము మళ్లుననియు ఈయన సిద్ధాంతము. అంతకుముం దుపయోగములోనున్న మూలికలను, కషాయములను విడిచి అకర్బన లవణములను రోగనివారణకొరకు ప్రయోగించినవారలలో ఈయన ప్రథముడు. యూరప్ దేశపు వైద్యనిఘంటువులో రసమును, రసయోగికములను ప్రవేశపెట్టినవాడీయనే. పారాసెల్సస్ 1541 లో సాల్జ్ బర్గ్ పట్టణములో మరణించెను. కాని, ఆయన ప్రభావము భూమిపై నిలచినది. హిప్పొక్రటీజ్, గాలెన్ వంటి ప్రాచీన వైద్యుల సిద్ధాంతములను ఖండించి తన స్వంతసిద్ధాంతమును స్థాపించెను. రాసాయనికప్రక్రియలకును, జీవప్రక్రియలకును గల సామ్యమును బోధించునట్టి ఈయన సిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమును చికిత్సాశాస్త్రమునకంగముగాచేసి, పాల్ ఎర్ లిక్ అను జర్మను మేధావి ప్రత్యేకముగా స్థాపించిన రాసాయనిక చికిత్సాశాస్త్రమునకు పునాది అని చెప్పవచ్చును.

ఈయుగములో వైద్యశాస్త్రముతో రాసాయనికశాస్త్రమునకు కుదిరిన పొందు రాసాయనికశాస్త్ర పరిణామమునకు హెచ్చు లాభకారియైనది. ఔషధముల కుపయోగించు ద్రవ్యముల పారిశుద్ధ్యమందు వైద్యులకు గల పట్టుదల, పరిశుద్ధవస్తు సాధనకు దోహదమొనర్చినది. ఏదేని ద్రవ్యము పరిశుద్ధముగా నుండిన కాని, దాని విలక్షణ గుణములను కనిపెట్టలేము. అందుకే ఈ యుగములో పెంపొందిన ద్రవ్య సంస్కార ప్రక్రియలు, పరిశుద్ధద్రవ్యముల సాధించి వాటి విశిష్ట గుణముల పరీక్షకు అత్యంతమైన అవకాశమును ఇచ్చినవి. రాసాయనికశాస్త్ర ప్రధానోద్దేశము ద్రవ్యగుణవివేకమని మనము జ్ఞాపకముంచుకొనినచో, రాసాయనికశాస్త్ర పురోభివృద్ధికి ఈ వైద్యరసాయనయుగ మెంత చేయూతనిచ్చినదో మనకు తెలియగలదు. ద్రవ్యగుణముల పరిశీలనమే గమ్యావధిగాగల విశ్లేషణ విధానము లన్నియు ఈ యుగములో వికసించుటకు ఆరంభించినవి.

పారాసెల్సస్ తరువాత రాసాయనికశాస్త్ర ప్రవర్తకులు రెండు కక్ష్యలుగా చీలిపోయిరి. అందొకకక్ష్యవారు పారాసెల్సస్‌ను, ఆయన సిద్ధాంతములను అనుసరించినవారు. వీరివల్ల రాసాయనికశాస్త్రమునకు ఎన్నుకొనతగినంత ఉపకారమేమియు జరుగలేదు. రెండవకక్ష్యలోనివారు, ఒక ప్రసిద్ధ సంప్రదాయమునకు లోబడక స్వతంత్రముగా రాసాయనిక శాస్త్రమును అనుశీలించినవారు. వీరిలో చరిత్రానుసారముగ జార్జియస్ అగ్రికోల (1494 - 1555), బేసిల్ వేలెంటినస్, లైబేవియస్ (1540-1616), వాన్ హెల్మాంట్ (1577 - 1644)గ్లాబర్, యోహాన్ రుడాల్ఫ (1604 - 1668) అనువారలు అగ్రగణ్యులు. ఇందులో అగ్రికోల ధాతుసాధన శాస్త్రమునకు సృష్టికర్త. ఈయన జర్మనీదేశస్థుడు. రెండవ వాడైన బేసిల్ వేలెంటినస్ రచించినట్లు ప్రాచుర్యమును గన్న రచనలలో ఆంటిమోని (నీలాంజనం) ధాతువు, దానిని సాధించుట, దాని గుణములు వివరముగా వర్ణించబడి యున్నవి. లైబేవియస్ జర్మను అధ్యాపకుడు 'ఆల్కిమియా' అను రాసాయనికశాస్త్ర గ్రంథమును, ఆనాటి రాసాయనికశాస్త్ర జ్ఞానమునంతను క్రోడీకరించి 1597 లో రచించెను. ఈయన పేరు ఇప్పటికిని 'లైబేవియస్ ద్రావక'మను స్టానిక్ క్లోరైడ్ నామములో నిలిచియున్నది.

వీరందరిలో శిఖామణివంటివాడు వాన్ హెల్మాంట్; ఈయన బెల్జియమ్ దేశపు వైద్యుడు. రసవాదమందు పక్షపాతము కలవాడు. రాసాయనికశాస్త్ర చరిత్రలో ఈయనస్థానము రసవాదము, రాసాయనిక శాస్త్రము వాటిపరస్పర సంబంధములను త్రెంపుకొని భిన్న మార్గములను పట్టినచోటు. రాసాయనిక సంఘటనలను రసవాదభావముల జోలికిపోక రాసాయనిక ద్రవ్యపరిణామములుగనే వివరించుటకు ప్రయత్నించినవాడు. దీనికొరక దృష్టాంతముచే బోధపరచుకొన యత్నింతము. ఇనుప కత్తిని మైలతుత్తద్రావణములో కొన్నిక్షణములుంచినచో

కత్తిపై రాగిపొర యొకటి కాననగును. రసవాదులు ఈ సంఘటనను ధాతుపరివర్తనగా అనగా, ఇనుము రాగిగా మారుటయని వివరించినారు. వాన్ హెల్మాంట్ అట్లు చేయక మైలతుత్తములో రాగి ఇమిడి ఉన్న దని కనిపెట్టి, సంయోగావస్థలో నున్న రాగియే, ఇనుము సంపర్కమున సంయోగమునుండి వీడి కత్తిపై పొరగా ఏర్పడిన దని ఈయన సహేతుకముగా నిరూపించెను.

ప్రకృతిలో తారసిల్లు వివిధవాయువులు (గాలికి) సామాన్య వాయువునకు రూపాంతరములే అని ఇదివరకు శాస్త్రలోకములోనున్న అభిప్రాయమునకు విరుద్ధముగా, ఈయన నీటియావిరి, కర్రను కాల్చగావచ్చు వాయువు, ఇనుముపై ఆమ్లములచర్యవలన ఉద్భవించు జ్వలనశీలమగు వాయువు గుణములలో అత్యంతభిన్నములని నిరూపించి, వాయువులు పలురకములు కలవని రుజువుచేసెను. వాయువునకు 'గాస్' అని ఈయన పెట్టినపేరు ఇప్పటికిని రాసాయనికశాస్త్ర పరిభాషలో వ్యవహారములో నున్నది.

మొక్కలవృద్ధిని గురించి ఈయన కావించిన ప్రయోగ మొకటి చాలగణనీయమైనది. ఈయన ఒక విల్లోమొక్కను మట్టిగోలెములో పాతి, ప్రతిదినము దానికి నీరు పోయుచు దానిని తూచు చుండెడివాడు. కొన్నాళ్ళకు మొక్క పెరిగి అధికముగా తూగినది. మొక్క చూపిన ఈ అధికభారమునకు, మొక్క పెరుగుదలకును, కారణము తాను పోసిన నీటిభారమై ఉండవలసిన దని అభిప్రాయ పడినాడు. ఈ అభిప్రాయము, ఇదివరకు గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్ర ప్రారంభదశలో తేలీజ్ అను తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు నీరు ప్రాథమిక సృష్టితత్త్వమని వెలిపుచ్చిన అభిప్రాయమును బలపరచునట్లు కనబడుచున్నది. నిజముగా మొక్కబరువునకు ఒక్కనీరు కారణముకాదనియు, పరిసరవాతావరణములో నున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కారణమనియు మనకిప్పుడు తెలియును. కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అని యొక ప్రత్యేక వాయువున్నట్లు రుజువు చేయగలిగిన హెల్మాంట్, మొక్క పెరుగుదలలో ఆ గాలికిగల సంబంధమును గుర్తించలేక పోవుటచిత్రము. దీనికి కారణము మొక్క గాలిని జీర్ణించు కొనుటను కనిపెట్టుటకు అనుకూలమగు సాధన సామగ్రి అతని అందుబాటులో లేకపోవుటయే.

గ్లాబర్ పేరు మనకు గ్లాబర్లవణము అను సోడియమ్ సల్ఫేట్లవణములో నిలచిపోయినది. ఈయన వైద్యుడు; రాసాయనికుడు. ఆమ్లములను క్షారములతో సంయోగింపజేసి అనేకమైన లవణములను తయారుచేసిన ప్రయోగ కుశలుడు. ఈయన చేతిలో లవణరాసాయనికశాస్త్రము చాల అభివృద్ధిని గాంచినది.

శరీరములో జరుగు ప్రక్రియలను రాసాయనిక కార్యములతో సమన్వయించి వివరించుట వైద్యరాసాయనికుల ముఖ్యోద్దేశమని ఇదివరకే తెలిపియుంటిమి. ఈ దృష్టిలో జీర్ణక్రియవంటి జీవప్రక్రియ లన్నియు కిణ్వ (అనగా గంజి మొదలైనవాటిని పులియబెట్టినప్పుడు జరుగు) క్రియ లను సిద్ధాంతము ప్రకటితమైనది. ఈ సిద్ధాంతము కేవలము శుష్కవాదముకాదన్న విషయము నేటి జీవరాసాయనిక శాస్త్ర పరిచితులకు తెలియును. జీవనిశ్వసనమును, వైద్యరాసాయనిక యుగపు విజ్ఞులు జ్వలనముతో పోల్చిరి. ఇట్టి సాదృశ్య కల్పనము ఒకవైపు వైద్యమునకును, ఇంకొకవైపు రాసాయనికశాస్త్రమునకు మిక్కిలి ఉపకరించుటచే వైద్యరాసాయనికసంప్రదాయము తత్పూర్వపు రాసాయనిక సంప్రదాయములకన్న హెచ్చుకాలము మన్నినది. జీవప్రక్రియల రాసాయనిక వివరణములను స్థాపించు ప్రయత్నము అంతటితో ఆగక కేవలరాసాయనిక ప్రక్రియలకు వివరణమును వెతుకు ప్రయత్నముగా పరిణమించినది. జీవికి సంబంధించినను, నిర్జీవద్రవ్యమునకు సంబంధించినను, ప్రతి ప్రక్రియకును ప్రయోగకపూర్వకమైన వివరణ ఆవశ్యకమను అభిప్రాయము క్రమముగా స్థిరీకృతమైనది.

ఈ పైని పేర్కొనిన దృక్పథమునందలి మార్పు ప్రకృతిశాస్త్రవిషయములను స్వతంత్రముగా అనగా, అన్యశాస్త్ర నిరపేక్షముగా అన్వేషించవలసియున్న అభిప్రాయమునకు కారణమైనది. ఈ అభిప్రాయము 17 వ శతాబ్దప్రారంభములో రేకెత్తినది. మానవభోగోపకరణ సృష్టికై జ్ఞానమును వినియోగించక కేవల సత్యాన్వేషణయే జ్ఞానసంగ్రహణప్రయోజన మను మతము ఈ కాలమునందే స్ఫుటమైనది. ఈ కాలమందే కెప్లర్ను, గెలిలియోను, టారిసెల్లిని ఖగోళ, భౌతిక శాస్త్రాన్వేషణకు ప్రేరేపించిన కాలమహిమ రాసాయనిక శాస్త్రమందుకూడ కన్పట్టినది. కాలమానజ్ఞానావశ్యకత ఖగోళ సత్యాన్వేషణకును, యంత్రనిర్మాణావశ్యకత భౌతికసత్యాన్వేషణకును దారి తీసినట్లే, వైద్య రాసాయనికశాస్త్రయుగమందు సంగ్రహించిన ప్రత్యవేక్షణానుభవము తరువాతియుగమందు రాసాయనికశాస్త్ర స్వాతంత్ర్యస్థాపనకు చేయూత నొసగినది. దృక్పథమునందు జరిగిన ఈ మార్పునకు ఇంకొక ప్రబలకారణము కలదు. 16 వ శతాబ్దాంతమున యూరప్ ఖండమున అంకురించిన జ్ఞానపునరుద్ధరణయత్నము ప్రయోగానుభవాధారము లేని ఆరిస్టాటిల్ అనుసరించిన నిగమన తర్కపద్ధతి ప్రకృతిశాస్త్రసత్యములను అన్వేషించుటకు పనికిరాదన్న విషయమును నిరూపించినది. 13 వ శతాబ్దమునందే రోజర్ బేకన్ అను విజ్ఞుడు ప్రయోగముచే సమర్థింప

బడకుండ శాస్త్రనియమము నిలువనేరదని బోధించినను, అప్పటి లోక మీ ఉపదేశమును గ్రహించుటకు తగిన జ్ఞాన పరిపాకదశలో లేకపోవుటచే ఆయన ఉపదేశము ఊషర క్షేత్రమునందు వర్షమువలె అప్పటికి నిష్ఫలమైనది.

ఈ ఉపదేశమే మరల 17 వ శతాబ్ది ఆరంభమున ఇంగ్లండు దేశస్థుడగు ఫ్రాన్సిస్ బేకన్ మహాశయునిచే సవివరముగను, సయుక్తికముగను 'నోవమ్ ఆర్గానం' (నూతన పరికరము) అను ఉద్గ్రంథరూపమున పునరుద్ఘోషింపబడినది. శాస్త్రసత్యాన్వేషణకై ఈయన కావించిన ఉపదేశమును వ్యాప్తితర్కము అని అనవచ్చును.

ఈ పద్ధతిని వాడుకచేసియే కెప్లర్ గ్రహచలన నియమములను, గెలీలియో వస్తువుల నిరవరోధపతన నియమములను స్థాపించగలిగిరి. ఈ పద్ధతి ప్రకారమే రాబర్ట్ బోయిల్ 17 వ శతాబ్దిమధ్యమున రాసాయనిక మూలద్రవ్యరచనను నిర్వచించి రాసాయనిక శాస్త్రమునకు స్వతంత్రస్థానమును కల్పించినాడు. ఈ పద్ధతి వాడుకలో నుండి నేటికి 300 సంవత్సరములు గతించినవి. ఈ 300 సంవత్సరములలో అలవడిన శాస్త్రీయజ్ఞానము క్రీ. పూ. 600 క్రీ. శ. 1700 మధ్య మానవుడు ఆర్జించిన విజ్ఞానము కంటె అనేకరెట్లు పెరిగిన దని చెప్పవచ్చును. ఇందుకు కారణము వ్యాప్తి తర్కపద్ధతి ఉపయోగము. ఇట్టి మహామహిమగల వ్యాప్తిగ్రహణపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞాన సంపాదన కొరకు వినియోగించి, రాబర్ట్ బోయిల్ ఎట్లు రాసాయనిక జ్ఞానమునకు శాస్త్రత్వమును సంపాదించెనో మనమింకను తెలిసికొనవలసిఉన్నది.

# రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము

రాసాయనిక శాస్త్రమందు శాస్త్రీయసత్యాన్వేషణ పద్ధతి అవతరించుటకు బోయిల్ ముఖ్య కారకుడు. ఆక్స్‌ఫర్డ్ యూనివర్శిటీకి చెందిన యొక సంఘమున పిన్నవయసుననే ఈయన సభ్యుడయ్యెను. ఈ సంఘమే తరువాత ప్రఖ్యాతిని గన్న 'రాయల్ సొసైటీ'గా మారినది. తన పరిశోధన ఫలితముల నన్నిటిని క్రోడీకరించి 1661 లో బోయిల్ 'స్కెప్టికల్ కెమిస్ట్' (సంశయాత్మక రాసాయనికుడు) అను గ్రంథమును ప్రచురించెను. అన్వేషకులయందు నూతనచైతన్యమును ఉత్తేజించు రాసాయనిక శాస్త్ర శంఖానినాదముగా ఈ గ్రంథమును మనము భావించవచ్చును. నూతనశాస్త్రీయ పద్ధతిని బోయిల్ విజ్ఞాన సత్యములను వెల్లడించుటకు వాడెను. అందులకు మూలద్రవ్యనిర్వచన సందర్భమున బోయిల్ కావించిన చర్చను మనము ఉదాహరణగా తీసికొనవచ్చును.

ఆరిస్టాటిల్ కాలమునుండియు వస్తుగుణములే వస్తు ఘటకములన్న అభిప్రాయము ప్రచారములో నుండెడిది. ఉదాహరణమునకు కాఠిన్యము, అద్రావ్యత, భారము మొదలగు గుణములు గల యొక రాతి ముక్కలో పై జెప్పిన గుణములే ఘటకములుగా నుండును. ఈ అభిప్రాయమునే మూర్తగుణ ఘటక సిద్ధాంత మందురు.

కాని మూర్తగుణములు లేదా తత్త్వములు ద్రవ్య ఘటకములన్న భావము రాసాయనిక శాస్త్ర శైశవ దశకు చాలినదియే. ఏలన ఇట్టి తత్త్వములే రసవాద యుగమునందు ధాతువుల ఘటకములుగాను, 17 వ శతాబ్దమందు వెలుగు జూచిన ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమందు జ్వలన ప్రక్రియ వివరణగా దాహ్యద్రవ్యముల ఘటకముగా ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వమును అంగీకరించబడినవి.

ఆనాటి వస్తు తత్త్వ విచార విధానము, రాసాయనికపు మార్పుల వివరణ అందరకును సుపరిచితము, సుబోధము గాను ఉండెడిది. ఒక ద్రవ్యమునుండి ఒక గుణమును తొలగించి దాని స్థానమున మరియొక గుణముండ జూచితిమేని నూతన ద్రవ్య మొకటి ఏర్పడును. ఈ దృష్టిలో అనావశ్యక గుణముల తొలగించి, వాంఛిత గుణముల ప్రవేశపెట్టితిమేని, ఒక ద్రవ్యమును వేరొకదానిగ మార్చవచ్చును. పైకి చూచుటకు అతి సులభముగా కన్పట్టినను, ఈ విధానమును ప్రాయోగికముగ నిర్వహించుట సులభమైన పనిగా కన్పట్టదు. ఏలన ఒక విశిష్ట గుణమును తొలగించి, వేరొక విశిష్టగుణమును ప్రవేశ పెట్టుటకు ప్రయత్నించినపుడు తక్కిన ద్రవ్యగుణము లన్నియు దానితో పాటు మారుచుండునని అనేకసార్లు నిరూపించబడినది. ఉదా: రాగియొక్క ఎరుపురంగు పాషాణ సంపర్కమున తెల్లగా మారినపుడు ఆ రంగుతోపాటు రాగి యొక్క కాఠిన్యము, విశిష్టభారము, ద్రావ్యత మొదలగు మరికొన్ని గుణములలో కూడ మార్పు కన్పట్టును.

అదిగాక, గుణములు ఘటక తత్త్వములే యగుచో రెండు ద్రవ్యములు రాసాయనికముగా సంయోగించునపుడు, తత్త్వములు నశించునవి కావు గనుక, ఫల ద్రవ్యమందు కారణ ద్రవ్య గుణముల సంకలిత ఫలమే కానబడ వలయును. అట్లుగాక ఆరంభక ద్రవ్యముల గుణము లన్నియు అంతరించి, వాటి స్థానమున ఫలద్రవ్యమందు నూతన గుణములు ఆవిర్భవించును. ఈ ప్రయోగ పర్యవ

సానము మూర్తగుణ సిద్ధాంతమునకు భంగము తెచ్చిపెట్టి నది. అందువలన ద్రవ్యమునందు కలుగు మార్పులు ప్రతి నియతముగ ప్రయోగపథమందు పరీక్షించి, ఆ ప్రయోగ ఫలముల ఆధారముపై ఉపయోగ్యమగు సిద్ధాంతమును కల్పించవలసి వచ్చినది. ఈ నూతన సిద్ధాంత కల్పనావశ్య కత రాసాయనికుల బుద్ధికి తోచిన కాలముననే రాసాయ నిక విద్య శాస్త్ర మార్గమున కాలుపెట్టినది.

ఈ సత్యమును సుస్పష్ట నిర్వచన రూపమున వ్యక్తపర చినవాడు రాబర్ట్ బోయిల్ (1627-1691). అందుకనియే ఈతడు నవీన రాసాయనికశాస్త్రపిత యను బిరుదమును ఆర్జించుకున్నాడు. హీనధాతువులను ఉత్కృష్ట ధాతువు లుగా మార్చవలెనని రసవాదులు పెట్టుకొన్న విఫల ప్రయోజనముల వైపు దృష్టిని పోనీయక, బోయిల్ కేవల తత్త్వాన్వేషణ దృష్టితో ద్రవ్యములను ఇతర ద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా ప్రతికరించనిచ్చి, ఆ ప్రతిక్రియ ఏ విధ మున జరుగుచున్నదియు ప్రయోగ సరణిలో పరీక్షించ సమకట్టెను. ఈ రీతిని ప్రయోగమును నడపుటలో అతడు రాసాయనిక ద్రవ్యములలో కొన్ని సరళ నిర్మాణము గలవనియు, మరికొన్ని క్లిష్టతర రచన గలవనియు, సర ళములగు ద్రవ్యముల సంయోగమువలన క్లిష్టతరమగునవి సిద్ధించు ననియు, మరల ఈ క్లిష్టతర ద్రవ్యముల నుండి ఉచిత విధానముల సహకారముచే సరళతర ద్రవ్యములు పొందవచ్చుననియు కనుగొనెను. ఇట్టి ప్రయోగ సహ కృత పరీక్షా పర్యవసానముగ ద్రవ్యసంఘట్టనము గురించి ఆరిస్టాటిల్‌చే ప్రకటితమైన భావములు, తత్త్వములు, బోయిల్ దృష్టిలో నిరుపయోగములని తేలినది. అందు వలన ఆరిస్టాటిల్ తత్త్వములను, రసవాదుల తత్త్వము లను బోయిల్ నిరాకరించి రాసాయనిక శాస్త్రాన్వేషి మతములో మూలద్రవ్యములను, ప్రయోగరీతిని సరళతర ద్రవ్యముల క్రింద విశ్లేషించ వీలులేని ద్రవ్యములని నిర్వ చించెను.

ఇట్లుద్భూతమైన మూలద్రవ్యభావము ప్రాయోగికునికి సమంజసమని తోచినను, దార్శనికునికి సంతృప్తికరముగా లేదు. ఏలన దార్శనికుని బుద్ధి ఎల్లపుడు నానాత్వమును నిరాకరించి ఏకత్వమువైపు పరువెత్తును. సరళతర ద్రవ్యములలోనికి విడదీయబడనంతవరకు, ద్రవ్యములను మూలద్రవ్యములని భావించుట అతిలాఘవమే యైనను, ప్రపంచసృష్టికి ఆరంభకముగ మూలద్రవ్య నానాత్వ మును అంగీకరించుట ఏకత్వదృష్టికై పాటుబడుచున్న చింతకునికి తలపోటుగా నుండెను. అంతేగాక ప్రకృత్య న్వేషకులలో అనేకులు దార్శనిక దృష్టిగల వారలగుటచే రాసాయనిక మూలద్రవ్యము లన్నియు ఏదో ఒక అంతిమ ఘటకమగు చరమద్రవ్యమునుండి ఉత్పన్నములై ఉండ వలయునన్న భావము తరచుగా తలయెత్తు చుండెను. బోయిల్ కూడ చరమద్రవ్యఘటక సిద్ధాంతమందు విశ్వాసము గలవాడే.

ఇట్టి ఆలోచన సంతానము కాలవాహినిలో అప్పుడప్పు డావిర్భవించిన సందర్భములన్నియు, నూతన పరిశోధనల ను త్తేజించి ఉజ్జ్వల ఫల పర్యవసానముల స్థాపించినవి.

కాని ఏదో యొక ఊహానివిష్ట, అస్పష్ట ద్రవైకత్వ సిద్ధాంతమును మనము సందిడికొని ప్రయోగరూఢమైన బోయిల్ మూలద్రవ్య నిర్వచనమును చేవిడచుట వ్యవ హార విరుద్ధమే యను భావమును పై చెప్పిన ఏకత్వాన్వే షణలన్నియు ప్రకటించినవి. కావున నేటికి మన కందు బాటులో నున్న సాధనముల సహాయముచే సరళతర ద్రవ్యములలోనికి విశ్లేషించుటకు వీలియని ద్రవ్యము లన్నిటిని మూలద్రవ్యము లనుటయే ఉపపన్నతరము.

పై నిర్వచన దృష్టిలో ఇదివరకు విశ్లేషించబడుటకు వీలులేమిచే మూలద్రవ్యములని పరిగణింపబడినవి. తరు వాత మరెప్పుడో అట్టి విశ్లేషణకు గురియై మూలద్రవ్య వర్గము నుండి బహిష్కృతము లగుటకు సంభావన లేక పోలేదు. వాస్తవికముగ నట్టి సందర్భము లెన్నియో సంఘటిల్లినవి.

ఇప్పుడు ఆరిస్టాటిల్ మూలద్రవ్యములతో బోయిల్ మూలద్రవ్యములను పోల్చి చూచినచో, ఈ రెండిటి మధ్య ఎంతేని వ్యత్యాస మున్నట్లు తోచకమానదు. ఏలన గ్రీక్ దార్శనికుని దృష్టిలో మూలద్రవ్యములన మూర్తగుణ ములు; బోయిల్ దృష్టిలో నవి ప్రకృతియందు సంభ వించు ద్రవ్యరూపములు. కాని ఈ భేదము తగినంత నిశిత ముగ మొదట గ్రహించబడలేదు. ఏలన, ఆ మూల ద్రవ్య ముల స్వభావము వాటి నిర్వచనమం దభివ్యక్తము కాలేదు. జలతత్త్వము జలద్రవ్యము, గంధకతత్త్వము గంధకము అనెడు తత్త్వ, ద్రవ్యతాదాత్మ్య భ్రాంతి రస వాద గ్రంథముల ముట్టడించినది. అందువలన తత్త్వముల నటుంచి సరళ అసంయుక్త ద్రవ్యముల మూలద్రవ్యము లని బోయిల్ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతము ప్రాతిఘట్యమున కంతగా గురికాలేదు. కాని బోయిల్ సమకాలీను లెవ్వరును రాసాయనిక భావప్రపంచమునందు బోయిల్ ప్రవేశపెట్టిన నూతన భావములు విప్లవకారులని గుర్తించలేకపోయిరి.

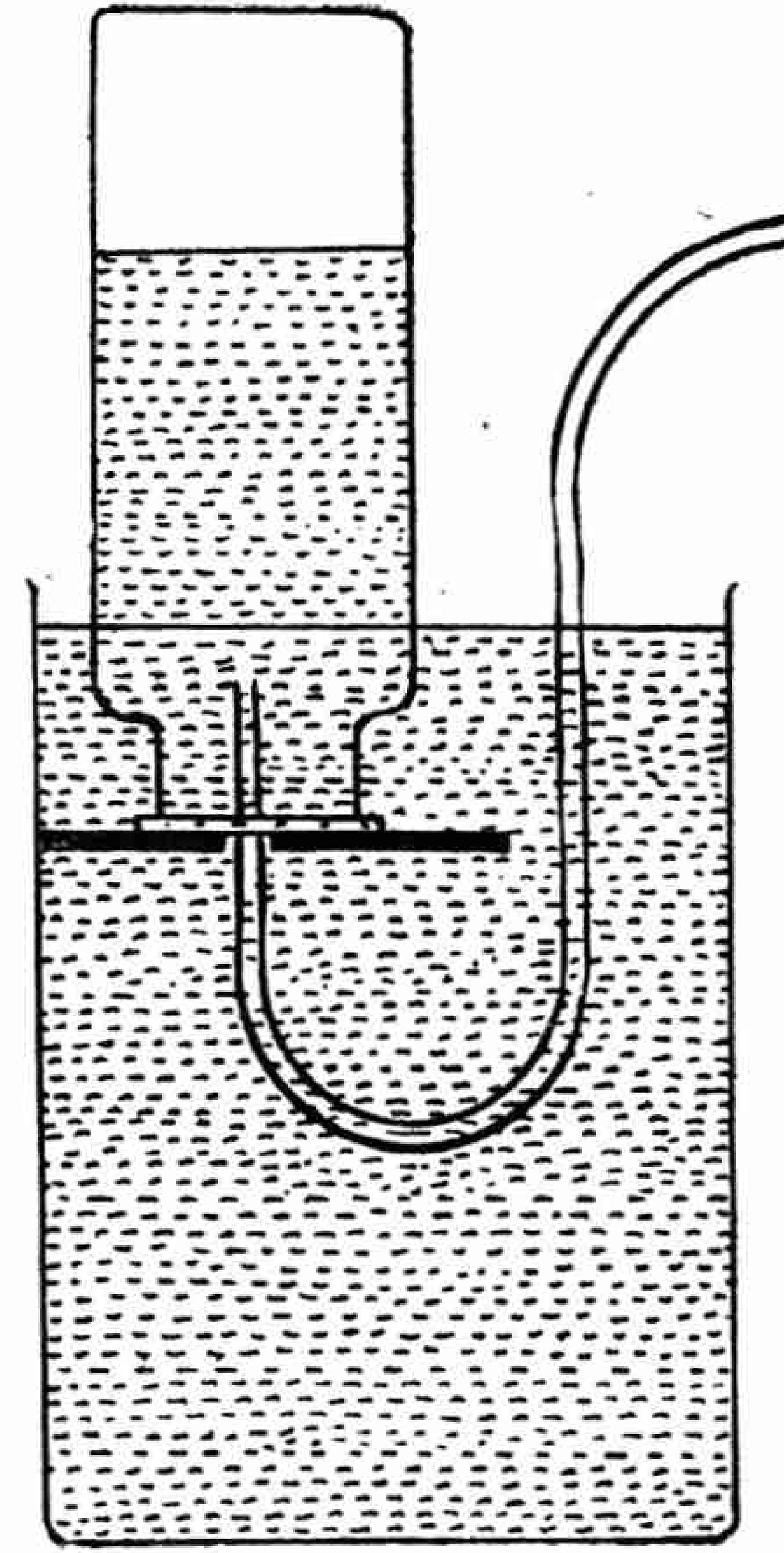
బోయిల్ మూలద్రవ్యలక్షణను నిర్వచించిన వెంటనే వస్తువులలో ఏది మూలద్రవ్యమో, ఏది సంయుక్తద్రవ్యమో అని నిశ్చయించుటకు తగు ప్రయోగసామగ్రి అందు

బాటులో లేదు. అట్టి నిర్ణయమునకు వలయు ప్రయోగపద్ధతులను కొన్నిటిని బోయిల్ సేకరించగలిగెను. మూలద్రవ్యముల లక్షణను నిస్సందేహముగ ప్రయోగాధారమున నిర్వహించవచ్చు నను విషయమును నిరూపించ గలుగుటయే బోయిల్ యొక్క ప్రతిభ.

తరువాత నూరేండ్లకు లావ్వాజ్యే తన ద్రవ్యనిత్యతా నియమమును ఉద్ఘాటించిన పిమ్మట మూలద్రవ్యలక్షణకు ప్రతిష్ఠ చేకూరినది. రాసాయనికపు మార్పులందు పాల్గొను ద్రవ్యములభారములందు తప్పక మార్పు లుండును. ప్రతి రాసాయనికపు మార్పునందును ఒక ద్రవ్యము అంశద్రవ్యములక్రింద విశ్లేషించుటయో, లేదా రెండుద్రవ్యములు యౌగికద్రవ్యముగా ఏర్పడుటయో జరుగుచుండును. ఇట్టి విశ్లేషణకార్యమందు యౌగికద్రవ్యము తక్కువ భారములు కల విడిద్రవ్యములుగాను, విడిద్రవ్యములు ఎక్కువభారము కలిగిన యౌగికద్రవ్యములుగాను మారును. కాని, ఒక రాసాయనికపుమార్పును మూసిన పాత్రలో జరిగించినచో అందు పాల్గొను ద్రవ్యముల మొత్తపుభారములో హెచ్చుతగ్గు లుండ వను విషయము సామాన్యముగా తెలియునట్టిది కాదు. ఈ నియమమును ప్రయోగపూర్వకముగా రుజువుచేసినవాడు లావ్వాజ్యే. ఈ భారనిత్యతా నియమమును ఆధారముచేసికొని, మూలద్రవ్యముయొక్క లక్షణమును ఈ క్రిందివిధముగా నిర్వచించవచ్చును :

రాసాయనిక సంయోగమందు పాల్గొను మూలద్రవ్యమెప్పుడును రెండువిధములగు మార్పులను పొందగలదు. రాసాయనికపుమార్పునం దది పాల్గొనని పరిస్థితులలో అది మూలద్రవ్యముగా మిగిలిపోవుటయో, లేదా రాసాయనికపు మార్పునందు పాల్గొనినపుడు యౌగికద్రవ్యముగా ఏర్పడుటయో సంభవించును. ఇంక మూడవరకపు మార్పు దురూహ్యము. మూలద్రవ్యము మార్పుచెందక మిగిలిపోయినపుడు దాని భారమునందు అణుమాత్రమును హెచ్చుతగ్గు లుండవు. అది యౌగికద్రవ్యముగా మారిన పక్షమున దాని భారమునందు ఆధిక్యము ఉండుననుట స్పష్టము. ఉదాహరణ: బంగారమును గాలిలో కాల్చినపుడు అది ఏమార్పును చెందదు. దాని భారము మునుపటివలె నుండును. అట్లే ఒక తగరపుముక్కను కాల్చిన అది బూడిదరంగుగల భస్మముగా మారును. దాని భారము కూడ ధాతుస్థితిలోకన్న హెచ్చగును. అందుకే, రాసాయనికపు మార్పునం దెల్లప్పుడు తన భారమును ఎక్కువ చేసికొనుటకేగాని, తక్కువచేసికొనుటకు ప్రయత్నించని ద్రవ్యమును 'మూలద్రవ్యము' (ఎలిమెంట్) అని పిలువవచ్చును.

రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి బోయిల్ చేసిన జ్ఞానదానము అట్టి జ్ఞానమును శాస్త్రీయమార్గమున ప్రవేశపెట్టినది. బోయిల్ నుండి రాసాయనిక జ్ఞానము శాస్త్రముగా వృద్ధి పొందుట మొదలిడినది. అందుచే బోయిల్ రాసాయనికశాస్త్ర మూలపురుషుడని పేరు పొందినాడు. ఇదిగాక బోయిల్ హైడ్రోజన్‌ను, భాస్వరమును తయారుచేయుటకు వలయు విధానముల కనుగొనెను. భౌతికశాస్త్రములలో ఈయనపేరు ఈయన కనుగొనిన వాయు ప్రవర్తన నియమముగా చిరస్థాయి అయినది. వాయువు ఆయతనము దానిపై అమలుచేయు ఒత్తిడితో విలోమముగా మారునని ఈ నియమపు సారాంశము. బోయిల్ చేసిన మూలద్రవ్యశాస్త్రీయ నిర్వచనము ఆయన సమకాలీనులగు శాస్త్రాన్వేషకు లెవ్వరికిని సాధ్యమైనది కాదు. కాని ఈ నిర్వచనము ఇతర శాస్త్రజ్ఞుల ఆమోదమును వెంటనే పడయలేదు. దానికి కారణము పైన వివరించినట్లు ద్రవ్యముయొక్క ద్రవ్యత్వమన నేదియో బోయిల్ సమకాలికులగు శాస్త్రాన్వేషకులకు తెలియక పోవుటయే.



గాలితొట్టి

వాయువుల ప్రవర్తనను అన్వేషించుటయందు బోయిల్ ప్రారంభించినకృషి తరువాతి శతాబ్దములో అమితముగా ఫలించినది. బోయిల్‌కు పూర్వము వాయువుల గురించిన విజ్ఞానమును సేకరించుటకు ప్రయత్నించినవాడు వాన్ హెల్మాంట్ అను బెల్జియమ్ దేశపు విజ్ఞాని (1640). బోయిల్ తర్వాత వాయు స్వభావమును విరివిగా అన్వేషించినవారిలో మేయో (1649), స్టీఫెన్ హేల్స్ (1727), జోసెఫ్ బ్లాక్ మొదటివారు.

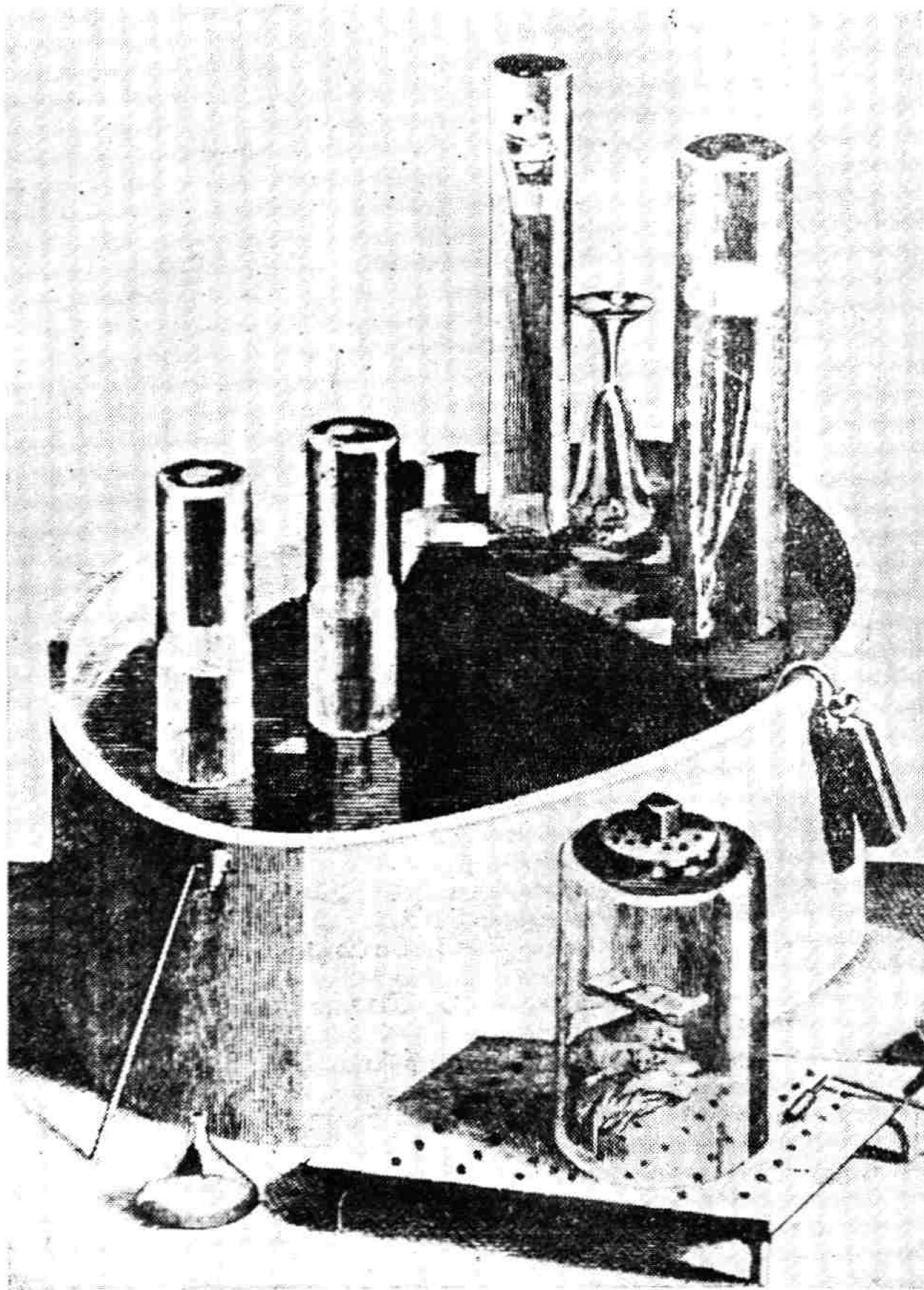
వాన్ హెల్మాంట్‌నకు పూర్వము వాయువు లన్నియు ఒకే వాయుద్రవ్యము యొక్క మార్పులని అభిప్రాయము ఉండెడిది. వాన్ హెల్మాంట్ వాయువులయొక్క ప్రత్యేకతను ప్రాయోగికముగా తెలుసుకొనుటయేకాక వాయువులకు 'గాస్' అను ఒకజాతి నామమునుకూడ కల్పించెను. ఈయన గుర్తించినవి: 'గాస్ పింగ్వే' అను పేరుగల మండెడువాయువు; కర్ర మండునపుడు, పిండి

ద్రవ్యములు పులిసినపుడు పుట్టెడి వాయువు 'గాస్ సిల్వెస్టర్' (దారు వాయువు). ఈ వాయువులను నీరు మరుగునపుడు కల్గెడి ఆవిరికన్న భిన్నములుగా అతడు గుర్తించెను. ఈ వాయువుల సంగ్రహించు విధానము ఈత నికి తెలియలేదు. వాయువులను నిలువచేయు పద్ధతులు తెలియకపోవుటచే వాయుద్రవ్యాన్వేషణము ఫలవంత ముగా సాగలేదు. స్టీఫెన్ హేల్స్ వాయువును సంగ్రహిం చుటకు ఒకసాధనమును కనుగొనిన తరువాత వాయు స్వభావమును గురించిన శోధనలు అమితముగా వృద్ధినొందినవి. ఈ సాధ నము ఇప్పుడు ప్రతివిద్యార్థియు తన ప్రయోగములలో వాడుక చేయు 'గాలి తొట్టె' (చూ. పు. 76).

నీటిలో మునిగి ఉన్న పింగాణీ అరను ఒక దానిని వాడుకచేసి ప్రీస్ట్లీ విజ్ఞాని హేల్స్ సాధనమును మరింత ఉప యోగకరముగా నొన ర్చెను (చూ. పటము). అంతియే కాక వాయు వును బంధించుద్రవముగా నీటికి బదులు పాదరస మునువాడి,నీటిలోకరగు వాయువులను సంగ్ర హించుటకు ప్రశస్తమగు ఉపాయమును కల్పిం చెను. వాయు ద్రవ్య శోధనయందుగల సమస్యలన్నియు పరి ష్కారమగుటతో వానిని గురించిన విజ్ఞాన సేకరణయు, అవి అనుసరించు నియమ ముల నిర్వచనమును సుసాధ్యము లయ్యెను.

జ్వలన సిద్ధాంతములు : బోయిల్ నెలకొల్పినశాస్త్రీయ ప్రణాళిక ప్రకారము ద్రవ్యములలో ఏవి సంయుక్తములో ఏవి అసంయుక్తములో కనుగొనుట ముఖ్య విషయము. ఈ విభజనకు పూర్వకాలమునుండి ఉపయోగములోనున్న సాధనము వేడి చేయుట. వేడివలన ద్రవ్యములు సాధారణ ముగా విశ్లేషణ చెందునని ఒక నమ్మకము. ఈ నమ్మకము ననుసరించి ద్రవ్యములు వేడిచేయునపు డెట్లు మారుననునది ద్రవ్య స్వభావాన్వేషణలో ఒక ముఖ్యాంశము.

వేడిచేసినపుడు కొన్ని ద్రవ్యములు మండిమారుననియు, కొన్ని మారకుండ నిలచు ననియు తెలిసినది. మండునప్పుడు ద్రవ్యములు చెందు మార్పు రాసాయనికపు మార్పు అని నిశ్చయించుటకు ఆధారము, ఆ ద్రవ్యముల గుణము లందలి ఆకస్మికమగు మార్పు. ఈ మార్పు రాసా యనికమని గుర్తెరిగిన వారిలో బోయిల్ ప్రథ ముడు. ఈ మార్పును శాస్త్రీయముగా వివరిం చుటకై బోయిల్ ప్రయత్నించెను. తప్తమై నపుడు ద్రవ్యము అగ్ని కణములతో సంయోగిం చునని బోయిల్ అభి ప్రాయపడెను. ఈ యూహ వేడిమి ద్రవ్య మను ప్రాచీనుల అభి ప్రాయము ననుసరించి యున్నది. ధాతువు తప్తమై భస్మమగునపుడు దాని భారము లో హెచ్చుకనిపించునను విష యమును ఉష్ణత ద్రవ్య మను సిద్ధాంతమును వాడుకచేసి, తప్తమగు చున్న ధాతుకణములు ఉష్ణతా ద్రవ్యకణముల తో సంయోగించి భస్మ ముగా మారునని బోయిల్ విశదీకరిం చెను. ఉష్ణత ద్రవ్యమను సిద్ధాంతము భ్రాంతి మూలకమని నవీనుల నిశ్చితాభి ప్రాయము. ఈ దృష్టిలో బోయిల్ వివరణ సత్య దూరమే. అయినను, ఇట్టి మార్పుల అంతరార్థమును శాస్త్రీయ పద్ధతి నుపయోగించి ప్రాయోగికముగా తెలిసి కొనుటకు ప్రయత్నించిన శాస్త్రజ్ఞులకు బోయిల్ ఆది పురుషుడు. జ్వలనమందు జరుగు ఈ మార్పుల వివరణయే ఆధునిక రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధికి దారి తీసినది.



ప్రీస్ట్లీ గాలితొట్టె

బోయిల్ తరువాత జ్వలనవిధానమును వివరింప ప్రయత్నించిన వారిలో 'స్టాల్' అను జర్మను శాస్త్రజ్ఞుడు ముఖ్యుడు. తన ఆచార్యుడగు బెచెర్ సిద్ధాంతమును పునరుద్ధరించి ఫ్లోజిస్టాన్ (ప్లోష) సిద్ధాంతమను పేర నొక వాదమును లేవదీసెను. మండెడు వస్తువులన్నిటియందును ఫ్లోజిస్టాన్ అను జ్వలనతత్త్వ మొకటి ఉండు ననియు, ఆ వస్తువులు మండునపుడు ఆ తత్త్వము వాటినుండి పైకి ఎగిరిపోవు ననియు స్టాల్ వాదమునందలి సారాంశము.

స్టాల్ ఈ వాదమును కేవల ఊహాధారముగా కాక ప్రయోగములచే సమర్థించుటకు ప్రయత్నించెను. మండుచున్న ద్రవ్యములనుండి ఫ్లోజిస్టాన్ పైకెగిరిపోయి ధాతుభస్మము మిగిలియుండును. బొగ్గు, నూనె మొదలగు ద్రవ్యములు నిశ్శేషముగా జ్వలించును. ఇట్టి ద్రవ్యములందు ఫ్లోజిస్టాన్ పాలు ఎక్కువ. ధాతువు భస్మముగా మారునపుడు దానినుండి వెలుపలికి వెడలిన ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వమును భస్మమునకు బొగ్గు, నూనెవంటి ఫ్లోజిస్టాన్ పాలు ఎక్కువగానున్న ద్రవ్యముల ద్వారా, తిరిగి చేకూర్చినచో, భస్మము తిరిగి ధాతువుగా మారుటకు అవకాశము కలదను ఊహ సిద్ధాంతమునుండి సమాకృష్టము. ఈ ఊహ సరియైనదో కాదో నిర్ధారణ చేయుటకు ప్రయోగమే శరణ్యము. ఈ ప్రయోగమును చేసి చూచిన పిమ్మట ఊహ నిజమని తేలినది. ఏలన, సీసభస్మమును బొగ్గుతో కలిపి కొలిమిలో ఊదినపుడు ప్రత్యక్షముగా భస్మము ధాతువుక్రింద మారినది. ఈ మార్పులు క్రింది సమీకరణములచే సూచించవచ్చును:

జ్వలనము :

ధాతువు ⟶ భస్మము + ఫ్లోజిస్టాన్ ↑

ధాతుసాధన :

భస్మము + ఫ్లోజిస్టాన్ (బొగ్గు) ⟶ ధాతువు.

సిద్ధాంతమునుండి సంపాదింపబడిన ఊహ ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది ; కనుక, సిద్ధాంతము సత్యమనుటకు అడ్డు లేదు. ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతమునకు శాస్త్రీయసిద్ధాంతముల యొక్క లక్షణము లన్నియు పట్టినవి. ప్రకృతియందు జరుగు ఏదేని ఒక మార్పునుగురించి అనుభూతములగు విషయముల నన్నిటిని క్రోడీకరించి శాస్త్రకర్త ఒక నియమమును బయలుతీయును. జ్వలించువస్తువుల ననేకములను పరీక్షించి, వాటియందలి మార్పులను పరిశీలించి, ఈ మార్పుల వివరణ కడంగునపుడు, శాస్త్రకర్త జ్వలించువస్తువులను గురించిన తన అనుభవమును సంపుటీకరించి ఒక నియమముగా సూత్రీకరించును. జ్వలించువస్తువులు ఏ పరిస్థితులలో మండును? అను ప్రశ్నకు మండుట వాటిస్వభావము అని ఉత్తరమిచ్చుటకు బదులుగ, శాస్త్రకర్త మండువస్తువుల కన్నిటికిని ఒక సామాన్య గుణమును ఆరోపించును. అది జ్వలనతత్త్వమును కలిగియుండుట ; జ్వలించు వస్తువుల సామాన్యధర్మమిది. ఈ ధర్మముకారణముగా వస్తువులు మండును. జ్వలనానంతరము మిగిలినద్రవ్యము మరి మండదు కనుక, జ్వలనతత్త్వము భస్మమునందు లేదు. అందుచే జ్వలనతత్త్వము వస్తువు మండుటలో పైకెగిరిపోయినది. కనుక, ప్రతి మండు వస్తువునందును ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వముండును. ఆ తత్త్వము మండునపుడు వస్తువునుండి బయటికి వెడలును అనునది అంగీకరించబడిన నియమము. కేవల ఫ్లోజిస్టాన్ పూరితములగు బొగ్గువంటి ద్రవ్యము సహాయమున భస్మమునకు ఫ్లోజిస్టాన్ అందజేసినచో భస్మము ధాతువుగ మారవలెను. ప్రయోగము ఈ ఊహను పోషించినది. అందుచే సిద్ధాంతము సమర్థింపబడినది. శాస్త్రమందలి ప్రతి సిద్ధాంతమును ఈ క్రమముననే నెలకొల్పబడును.

ఈ పైని వివరించిన ప్రకారము రాసాయనికశాస్త్రము శాస్త్రసిద్ధాంత వేషము వేసికొనిన జ్వలనసిద్ధాంతములతో మొదలిడినది. ఏదైన శాస్త్రీయసిద్ధాంతము నిలచుటకు అందుకు సంబంధించిన తరువాతి పరిణామములు అడ్డు తగులకూడదు. అట్లయిన సిద్ధాంత మంతరించును. ఇట్టి వ్యతిరేక పరిణామమునకు కూడ జ్వలనసిద్ధాంతమే దృష్టాంతము.

ఆదినుండి ఫ్లోజిస్టాన్‌వాదుల నెదిరికొనిన క్లిష్ట సమస్య, ధాతువులు భస్మమగునపుడు వాటి భారమునందలి పెచ్చు. ఉష్ణత ద్రవ్యమను వాదములో భస్మముల అధికభారమును వివరించుట సులభము. ఉష్ణతాకణములు ధాతువుతో సంయోగించి భారమును వృద్ధిచేయును. ఇట్టివివరణను ప్రథమమున బోయిల్ ప్రకటించెను. బోయిల్ సమకాలికుడైన రాబర్ట్‌హుక్, భారాధిక్యవివరణలో నవీనవాదమునకు చాల దగ్గరగా వచ్చినాడు. ఈయన వివరణ: వస్తువులు గాలిలో ఎట్లుమండునో సాల్ట్‌పీటర్ అను సురేకారములో కూడ అట్లేమండును. జ్వలనమునకు గాలి అవసరమని ఆదినుండి తెలిసిన విషయమే. ఈ అనుభవమును అనుసరించి మండుచున్న వస్తువులనుండి పైకివెడలుచున్న ఫ్లోజిస్టాన్‌కు విరివియైనచోటు కావలయును కనుక, మండుచున్నవస్తువుపై ఒక మూతఉంచిన ఫ్లోజిస్టాన్ పైకిపోవుటకు చోటు లేకుండుటచే జ్వలనము మరిసాగదని ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులు సమర్థించినారు. మండుచున్నవస్తువు ప్రత్యక్షముగా గాలియందలి ఒక భాగముతో సంయోగించుటవల్ల జ్వలనము సాగును గనుక, జ్వలనమునకు గాలి అవసరమని హుక్ వివరించెను. గాలియందువలె సురేకారమందు జ్వలనము

జరుగుటచేత ఈ రెండిటియందును జ్వలనపోషకమగు ఒక సామాన్య ద్రవ్య ముండవలయు నని హుక్ అభిప్రాయము. అంతియేగాక, మండుచున్న వస్తువు వాయువునం దొక భాగముతో సంయోగించి భారాధిక్యతను పొందును అని కూడ హుక్ నిరూపించెను. అభిప్రాయములు నవీన మతానుసారము లైనప్పటికిని, సిద్ధాంతముగా ప్రతిపాదించబడకపోవుటచే, సమకాలికులగు వైజ్ఞానికుల దృష్టిని ఆకర్షించలేదు. సిద్ధాంత వేషమును ధరించిన అభిప్రాయ ములకు ప్రచారమెక్కువ యని ఇక్కడ మనము తెలిసి కొనవలసినవిషయము.

ధాతుభస్మముల అధిక భారము ఫ్లోజిస్టాన్ మతములో సులభముగా విశదముకాదు. కర్ర కాలినపుడు లభ్య మగు బూడిద కర్రకన్న తక్కువయును, ధాతువులను కాల్చినపుడు వచ్చిన భస్మము ధాతువుకన్న ఎక్కువ యును తూగును. అందుచే ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులు భారా ధిక్యము అన్ని జ్వలన ప్రక్రియలలో నియతముగా కనబడనందున అదియంత గణనీయవిషయము కాదని తప్పుకొనుటకు చూచినారు. మండునపుడు వస్తువునుండి తత్త్వమొకటి పైకివెడలునని చెప్పు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదుల దృష్టిలో తత్త్వము ద్రవ్యమయ మగుచో భారము తగ్గ వలెను; కాని, హెచ్చగుట కవకాశములేదు. పదేపదే ఈ భారాధిక్యాక్షేపము చేయబడుటచే ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులలో కొందరు గడుసువారు ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వము ద్రవ్యము కాదనియు, ద్రవ్యమునకు ప్రతిస్పర్ధిగా నుండు ఒక తత్త్వ మనియు చెప్పిరి. ద్రవ్యమునకు భారముండుట ధర్మము. అందుకు ప్రతిగానున్న ఫ్లోజిస్టాన్ తత్త్వమునకు లాఘవము (అనగా వస్తువును తేలికగాచేయు గుణము) ఉన్నది. అందుచే ఫ్లోజిస్టాన్ ద్రవ్యమం దున్నంతకాలము, ద్రవ్యము యొక్క భారమును ప్రతిఘటించును. జ్వలనానంతరము ఫ్లోజిస్టాన్ వెడలిపోవుటచే తేల్చుతత్త్వము పోయినది గనుక, ద్రవ్యమందలి భారము ఎక్కువైనది. ప్రయోగ సిద్ధమగు భారాధిక్యమును వివరించుటకు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదులు ఈ అపూర్వకల్పనను లేవతీసినారు. ఒకకల్పన నిజమా, అబద్ధమా అను విషయముతో సిద్ధాంతకారునికి జోక్యములేదు; వానిదృష్టి ఎల్లప్పుడును కల్పన యొక్క వివరణసామర్థ్యమందు లగ్నమై ఉండును. ఎంత విపరీత మైనను ప్రకృతి నియమమును వివరించగలిగినచో కల్పన పరిగ్రాహ్యమే. పరమాణు సిద్ధాంతమున పరమాణువు వివిక్తము, అవిభాజ్యము అను కల్పన విపరీతమైనదే. ఏలన ఏది వివిక్తమో, అది ఎప్పటికిని విభాజ్యమేకాని, అవిభాజ్యము కానేరదు. అయినప్పటికిని రాసాయనిక సంయోగ నియమములను వివరించుటలో పరమాణువాద ముపయోగించినది.

ఫ్లోజిస్టాన్ కల్పన అసంగతమని రుజువుచేయ కలిగిన భూతార్థములు బేయన్ అను శాస్త్రిజ్ఞుని ప్రయోగమునందు బయటపడినవి. ఫ్లోజిస్టాన్ వాదదృష్టిలో కాల్చిన పాద రసము రసభస్మముగా మారుట ఫ్లోజిస్టాన్ పైకి వెడ లుట యొక్క ఫలము. భస్మమును కాల్చిన మార్పేమియు ఉండకూడదు. రసభస్మమును ఫ్లోజిస్టాన్ మయమగు బొగ్గు వంటి ద్రవ్యములతో చేర్చి కాల్చినచో రసము మరల ఏర్పడును. ఈ ఊహను ప్రయోగముచే ధ్రువపరుచ వచ్చును. కాని, ఇచ్చట నొక విపరీతసంవిధానమును ప్రయోగము కనపరచినది. రసభస్మమును ఒంటిగా కాల్చి నను రసము లభ్యమైనది. ఈ విషయమును వివరించుటలో ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము తన దౌర్బల్యమును వెల్లడివేసికొనినది. ఇంతటితో ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము మరి రేకెత్తలేదు.

ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును శాస్త్రక్షేత్రమునుండి తుడిచి వేసినవాడు లావ్వాజ్యే విజ్ఞాని. లావ్వాజ్యే ప్రతిఘటనకు పూర్వము ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతము రాసాయనికశాస్త్రక్షేత్ర మును విజయవంతముగా ఒక శతాబ్దము (1664 - 1774) వరకు ఆక్రమించినది. జంతువులు ఉచ్ఛ్వసించుటలో, ధాతువులపై ఆమ్లములయొక్క ప్రతిక్రియలలో ఫ్లోజిస్టాన్ విడివడునని వివరించి, ఒక్కజ్వలనమునే కాక జంతువుల నిశ్వాసమును, ఆమ్లములకు, ధాతువులకు మధ్య జరుగు ప్రతిక్రియలనుకూడ ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము సిద్ధాంతకక్ష్య లోనికి తీసికొనివచ్చినది. ఇట్టి సిద్ధాంత వేషమును వేసికొని ఫ్లోజిస్టాన్ వాదము 18 వ శతాబ్దపు మేధావులను ఆకర్షించి నది. ఫ్లోజిస్టాన్ వాద పక్షీయులలో బ్లాక్, షేలే, ప్రీస్ట్లీ, కేవెండిష్ అనువారు ముఖ్యులు. వాయువుల స్వభావ మును, రాసాయనికధర్మములను సమగ్రముగా నిరూపించి వాయురాసాయనికశాస్త్రమును స్థాపించినవారు వీరలే. వీరి కృషిఫలితముగా రాసాయనికశాస్త్రవృద్ధిలో ఒక విచిత్ర సంఘటన ఏర్పడినది. వాయువుల వాస్తవస్థితిని గుర్తించుట ఫ్లోజిస్టాన్ వాదఖండనకు అత్యంత ఆవశ్యకము. ఏలనగా వస్తువుల జ్వలనమందు తరుచుగా వాయువులు ఏర్పడుచుండును. అట్టి వాయువులు ద్రవ్యములని గుర్తెరిం గినకాని జ్వలనములో జరుగు మార్పులను సమగ్రముగా గ్రహించలేము. ఫ్లోజిస్టాన్ వాదపక్షమును అత్యభిమాన ముతో అవలంబించిన షేలే మొదలగు రాసాయనికులే తమకు తెలియకుండ తమ సిద్ధాంతమునకు మూలచ్ఛేదము లగు పరిశోధనలను వెలిపుచ్చినారు. ఈ పరిశోధనల స్వభావమును క్లుప్తముగా విచారింతము.

ఈ పరిశోధనల వెలకొల్పి, రాసాయనికజ్ఞానమును శాస్త్రమార్గమున నడిపించి, వాయుద్రవ్యముల వాస్తవికతను స్థాపించిన రాసాయనికులు నలుగురు : స్కాట్లండ్ దేశపు బ్లాక్, నార్వేదేశస్థుడు షేలే, ఇంగ్లీషువారగు ప్రీస్ట్లీ, కేవెండిష్. వీరందరును ఇంచుమించుగా సమకాలికులైనను, బ్లాక్ కాలక్రమమున మొదటివాడు. స్కాట్లండ్ దేశీయుడగు జోసెఫ్ బ్లాక్ 1775 లో 'మగ్నీషియా ఆల్బా, సున్నము, తక్కిన క్షారద్రవ్యములపై ప్రయోగము' లను శీర్షిక క్రింద ఒక పత్రికను ప్రచురించెను. ఈ పత్రిక రచనా వైశద్యమునకు దృష్టాంతము. ప్రతి రాసాయనికశాస్త్రి విద్యార్థియు మాతృకలో ఈ పత్రికను చదివితీరవలయును. ప్రయోగము లెంతవరకు ఊహకు అవకాశమిచ్చునో అంతవరకే బ్లాక్ ఊహను సాగించెను. ప్రయోగములచే పోషించబడని ఊహలు అనగా, కేవల కల్పనలనిన బ్లాక్‌కు బొత్తిగా కిట్టదు. సున్నపురాయి కాల్చినపుడు నిప్పునుండి అగ్నితత్త్వమును తీసికొని తీక్ష్ణగుణముగల సున్నముగా మారునని ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షీయులు వివరించిన విషయము ఎంతమట్టుకు నిజమో కనుగొనుటకు మగ్నీషియాఆల్బా (మగ్నీషియమ్‌కార్బొనేట్) విషయమైన పరిశోధనలను బ్లాక్ 1755 లో మొదలిడెను. మగ్నీషియా ఆల్బా ఆమ్లముల సంపర్కమున బుసబుసలాడి ఒక వాయువును వెలిబుచ్చును. కాల్చిన మగ్నీషియా ఆల్బాకు ఆ గుణము లేదు. మగ్నీషియా ఆల్బాను కాల్చినపుడు దాని భారమునందు బ్లాక్‌కు తగ్గింపు కనబడినది. ఈ భారమునందు తగ్గింపు మగ్నీషియా ఆల్బాగుణమునందు మార్పునకు హేతువని నిశితబుద్ధితో బ్లాక్ గుర్తించెను.

కాల్చని మగ్నీషియానుండి ఆమ్లమముల సహాయమున విడుదలయగు 'గాలి' కాల్చినపుడు మగ్నీషియా నుండి లుప్తమై ఉండవచ్చునని బ్లాక్ అనుమానించెను. ఈ అనుమానమును ధ్రువపరచుటకు కొంత భారముగల మగ్నీషియాను కాల్చగా మిగిలిన ద్రవ్యమును ఆమ్లములో కరిగించి, వచ్చిన లవణమును మామూలు ప్రకారము సోడా (సోడియమ్ కార్బొనేట్)తో అవక్షేపించెను. ఆ అవక్షేపమును శుద్ధిచేసి, ఆరబెట్టి మరల తూచిన, మొదట కాల్చుటకై తీసికొన్న ద్రవ్యరాశి యంతయు లభ్యమైనది ఈ ప్రయోగ సరణిలో జరిగిన మార్పుల నీక్రింది విధమున బ్లాక్ వివరించినవాడు. "సామాన్యమృత్తులు (అనగా సుద్దరాయి, మగ్నీషియా మొదలగునవి) ఆమ్లముల సంపర్కమున వాటిలోనున్న 'గాలి'ని కోలుపోవును. కాని సోడా, పోటాష్‌వంటి క్షారముల సన్నిధిలో ఆ గాలినవి తిరిగి స్వీకరించి మృత్తులుగా మారును," ఈ వివరణ నిజముగా నవీనశైలిలో ఉన్నది. ఫ్లోజిస్టాన్ వాదుల అభాసతత్త్వము లేవియును ఇందుకానరావు. జరిగిన మార్పునకు ఒక లోపించిన ద్రవ్యము, అనగా, వాయువు కారణము అని తెలుపబడినది. ఈగాలి స్వభావమును బ్లాక్ తెలిసికొనలేక దానికి 'బద్ధవాయువు' అనిపేరిడెను. వాన్ హెల్మాంట్ నిరూపించిన 'దారుదహనవాయువు'తో సమానధర్మము కలది ఈ బద్ధవాయువు అనికూడ బ్లాక్ గుర్తింపగలిగెను. ఇదిగాక మృదుక్షారములకును, తీక్ష్ణక్షారములకును గల భేదమునుకూడ ఈ వాయువు ఉనికిలేములు వివరించునను విషయములను బ్లాక్ కనుగొనెను.

మృదుక్షారము - కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ = తీక్ష్ణక్షారము;

తీక్ష్ణక్షారము + కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ = మృదుక్షారము.

తరువాత కొద్దిరోజులలో నిశ్వాసవాయువులో బద్ధవాయువున్నదను విషయమునుకూడ బ్లాక్ గ్రహించెను. ఈ వాయువే బొగ్గు మండునపుడుకూడ సంభవించునని నిరూపించగలిగిన బ్లాక్ ఫ్లోజిస్టాన్‌వాదమును సులభముగా త్రోసిపుచ్చి యుండవచ్చును. కాని, తనది కుతర్కవాదన అగునేమోయని బ్లాక్ భీతిచెందెను. బ్లాక్ పరిశోధనలయందు మనము ముఖ్యముగా గుర్తించ వలసిన విషయము ప్రకృతిశాస్త్ర సంఘటనలను పరిశీలించుటలో పరిశోధకునికి తులాయంత్రోపయోగము వలన సమకూరు ఫలసిద్ధి. రాసాయనిక విమర్శలో తులాయంత్రమును నిర్ణాయకముగా ఉపయోగించిన వారలలో బ్లాక్ ప్రథముడు.

షేలే మందుల వ్యాపారముతోపాటు రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞానసంపాదనయందు కూడ ఎక్కువ కుతూహలము కలవాడు. తన పరిశోధనల నన్నిటిని 'నిప్పు, గాలి' అను శీర్షికక్రింద 1773 లో గ్రంథ రూపముగా ప్రకటించెను. అందు ముఖ్యమైన ప్రయోగముల విమర్శ మనకవసరము.

సున్నపుతేటలో గంధకము విలీనమైనపుడు కాల్సియమ్ సల్ఫైడ్ అను ద్రవ్యము ఏర్పడును. షేలే ఆ ద్రావణమును గ్రహించి, దానియందు గాలితో నిండిన గాజు గొట్టము నొకదానిని ఉంచెను. మరియొక ప్రయోగమందు గాలిని నీటిమీద పాత్రలో బంధించి, ఆ గాలిలో తడి ఇనుప ముక్కలను ఉంచెను. ఇటులనే మరికొన్ని ప్రయోగములందు అవిసెనూనె, భాస్వరము వాయువులో నుంచెను. కొంతకాలమవి అట్లుండగా బంధితమగు గాలిలో ఐదవ భాగము లుప్తమయ్యెను. మిగిలినగాలిలో వెలుగుచున్న కొవ్వొత్తి ఆరిపోయెను. ఈ ప్రయోగముల వలన, షేలే గాలిలో రెండు వాయువులున్నట్లు గ్రహించగలిగెను. అందు ఒకదానికి 'అగ్నివాయువు' అనిపేరు పెట్టెను.

అదియే నేటి ఆక్సిజన్ ; రెండవ వాయువునకు 'నిర్జీవ వాయువు' అని పేరు పెట్టెను.

దాహ్యవాయువు అని పేరుగల హైడ్రోజన్‌ని సన్నని గొట్టమునుండి వెలికి వచ్చునట్లుచేసి దానిని గాలిఉన్న ఒక గాజుకుప్పెలో వెలిగించిన అది కొంత సేపు మండి ఆరిపోవును. అపుడుకూడ గాజుకుప్పెలోని గాలిలో ఐదవ వంతు లుప్తమగును.

షీలే కావించిన ఈ రెండు ప్రయోగముల వలనను, గాలి, నీరు అను ద్రవ్యముల స్వభావములను తెలిసికొనుటకు వీలున్నది. కాని, ఆ కాలమందు ప్రచారములో నున్న ఫ్లోజిస్టాన్‌వాదమందు నమ్మకముకల వాడగుటచే తన పై ప్రయోగములను షీలే ఫ్లోజిస్టాన్‌వాద దృష్టిలో వివరించెను.

నిశ్శేషముగా మండెడు హైడ్రోజన్ మాత్రమే అగ్ని తత్త్వము లేదా ఫ్లోజిస్టాన్ అనియు, అది మండినపుడుగాలి యందున్న అగ్నివాయువుతో చేరి వేడి, వెలుతురుగా మారి పాత్ర బైటికి తప్పించుకొనె ననియు ఆయన తలచెను.

అగ్ని వాయువు + ఫ్లోజిస్టాన్ = వేడి లేదా వెలుతురు అను సమీకరణము ఈ మార్పును సూచించును. ఈ అభిప్రాయము తప్పనియు, హైడ్రోజన్ అగ్నివాయువుతో సంయోగించినపుడు నీరు ఏర్పడుననియు మనకు ఇప్పుడు తెలియును. ఈ ప్రయోగములో ఆవిరిరూపముగా లభించిన నీరు చాలకొద్ది భాగమగుటచే షీలే దానిని గుర్తించలేక పోయెను. అందుచే నీటి స్వభావమును వెల్లడించు నవకాశము షీలే చేతినుండి జారిపోయెను.

అగ్నివాయువును వేరుపరచి దాని ప్రత్యేకతను స్థాపించుటకు షీలే కావించిన పరిశోధనములు గణనీయములు. ధాతువులను గాలిలో భస్మము చేసినప్పుడు, అగ్నితత్త్వము వెలికిపోయి ధాతువు భస్మముగా మారునని ఫ్లోజిస్టాన్ వాదముయొక్క ముఖ్య సిద్ధాంతము. షీలే అభిప్రాయ ప్రకారము :

1. ధాతువు + వేడి ⟶ భస్మము + ఫ్లోజిస్టాన్
2. అగ్నివాయువు + ఫ్లోజిస్టాన్ = వేడిమి లేక వెలుతురు. మొదటి ప్రక్రియను అనువైన పరిస్థితులలో వెనుకకు నడవ గలిగితిమేని భస్మమునుండి అగ్నివాయువును తయారు చేయుటకు వీలగునని షీలే ఊహించెను. ఈ ఊహయొక్క సత్యమును ప్రాయోగికముగా పరీక్షించుటకు షీలే రసభస్మమును వేడిచేసి అగ్నివాయువును సంపాదించెను.
3. రసభస్మము (రస సిందూరము) + వేడి ⟶ ధాతువు + అగ్నివాయువు.

3 వ సమీకరణము వివరణ :

షీలే అభిప్రాయప్రకారము ఫ్లోజిస్టాన్, అగ్నివాయువుల సంయోగముకదా వేడి (చూ. సమీకరణము 2).

రసభస్మమునకు వేడిని చేర్చినచో, అది దాని ఘటకములగు అగ్నివాయువు, ఫ్లోజిస్టాన్ క్రింద విడిపోవును. ఈ రెండిటిలో నొకటియగు ఫ్లోజిస్టాన్ రసభస్మమును రసముగా మార్చును (మొదటి సమీకరణముచే సూచితమైన ప్రక్రియ వెనుకకు నడచి). రెండవదియగు అగ్నివాయువు విడివడి బయటికి వచ్చును.

ఈ విధానమున అగ్నివాయువును తయారుచేయుటలో షీలే ఒక అనుకొనని సంఘటనవలన ఉపకారమును పొందినాడు. తీసికొన్నది రసభస్మము కాక ఆ రోజులలో ఆయనకు పరిచితమగు ఇంకేధాతుభస్మమైన అయిఉండిన ఎడల ఆయన ఊహ ప్రయోగముచే రుజువు కాకపోయి యుండును. ఆధారభూతమయిన ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతము సరిఅయినదికాదు. సిద్ధాంతము నుండి ఊహను విడదీయు పద్ధతి కూడ నిర్దుష్టమైనదికాదు. ఇన్నిలోపము లున్నప్పటికిని, సిద్ధాంతము నుండి ఆకృష్టమైన ఊహ ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది.

తప్పుడు సిద్ధాంతములుకూడ వాస్తవజ్ఞాన వ్యాప్తికి ఒకప్పుడు సహాయపడు సంఘటనలు ఇట్లు ప్రతిశాస్త్ర చరిత్రయందును తరుచుగా కననగును.

పైని చెప్పినట్లు షీలే అగ్నివాయువును తయారుచేసి దాని స్వభావమును ప్రయోగముచే కనుగొనెను. అది రంగు, వాసన లేనిదనియును, రాసాయనికముగా హైడ్రోజన్‌తోను, భాస్వరముతోను సంయోగించు ననియు చూపెను. కొవ్వువత్తి గాలిలోకన్న అగ్నివాయువులో ఎక్కువ కాంతితో మండు ననియు, దీనిచే నింపిన పాత్రలలో ఎలుకలు, కీటకములు కొంత కాలముపాటు ఉత్సాహముతో జీవించి ; ఇది లేనప్పుడు మరణించుననియు కూడ షీలే కనుగొనెను. ఈ రెండు సందర్భములందును మిగిలిన గాలి జీవహానికరమని ఆయన రుజువుచేసెను.

షీలేపరిశోధనలవలన గాలిలో రెండు వాయుద్రవ్యము లిమిడిఉన్నవనియు, అందులో ఒకటి జీవాధారమనియు, మరియొకటి తద్వ్యతిరేక మనియు వెల్లడిఅయినది. జీవాధారమైన వాయువు వస్తువులు మండునపుడు జరుగు రాసాయనికక్రియలో పాల్గొనునని కూడ తెలిసినది. కాని, ఆయన గ్రంథప్రచురణములో కలిగిన ఆలస్యమువలన, ఈ అభిప్రాయములు విరివిగా ప్రచారమును అందలేదు.

ఇంగ్లండులో సుమారు ఆ కాలమందే ప్రీస్ట్లీ కూడ షీలేవలె ప్రయోగములను కావించుటయందు నిమగ్న

డయ్యెను. అతడు చాల శక్తిమంతమైన గాజు కటకమును ఒకదానిని ఉపయోగించి, సూర్యకాంతిని వస్తువులపై కేంద్రీకరించి ఆ వస్తువులయందు జరుగు మార్పులను పరిశీలించెను. 1774 లో రసభస్మముపై సూర్యకాంతిని కేంద్రీకరించినపుడు, భస్మ మావేడికి రంగులేని క్రొత్త వాయువును వెలిబుచ్చి రసముగా మారెను. ఆ వాయువులో ఎలుకలు అంతే పరిమాణముగల గాలిలోకంటె రెట్టింపు కాలము ఉత్సాహముతో జీవించునని ప్రీస్ట్లీ కనుగొనెను. తానే ఈ వాయువును ఆఘ్రాణించి పీల్చుటకెంతో సుఖముగ నున్న దనియు, భవిష్యత్తునం దిది ప్రజా మోదమును పడయగల వస్తువులలో నొకటి కావచ్చు ననియు నిరూపించెను. ఈ వాయువునకు ఈయన 'ఆక్సిజన్' అని పేరిడెను. ఈ క్రొత్తవాయువునందు దీప మత్యంత ప్రకాశముతో మండుననియు, దీని నుపయోగించి ప్లాటినమ్‌ను కూడ కరగించుటకు చాలిన ఉష్ణతను పొంద వచ్చుననియు కనుగొనెను. ప్రీస్ట్లీకూడ సామాన్యమైనగాలి యందు రెండు ప్రత్యేక వాయువులున్నట్లు తన ప్రయోగము వలన రుజువుచేసెను. అందొకటి జ్వలనమున కాధార మనియు, రెండవది జ్వలనమును ఆపివేయు ననియుకూడ కనుగొనెను. కాని, రసభస్మమును వేడిచేయగా వచ్చిన వాయువును, అనగా ఆక్సిజన్ యును సామాన్యమైనగాలిలో జ్వలనమునకును, జీవమునకును ఆధారమగు వాయువును ఒక్కటే అను విషయము ప్రీస్ట్లీకి స్ఫురించలేదు. దీనికి కారణము ప్రీస్ట్లీకి ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమందుకల వ్యామోహము. ఈ వ్యామోహము ఈయన శాస్త్రదృష్టిని నిరోధించినది.

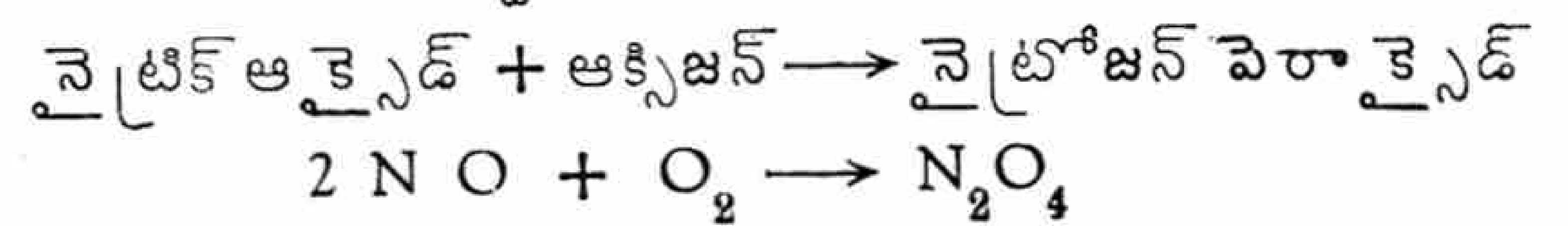
ప్రీస్ట్లీకి సమకాలీనుడగు కేవెండిష్ ప్రయోగకుశలుడు; మనస్తత్వములో ప్రీస్ట్లీకి ప్రతియోగి. ఈయన కావించు ప్రతి ప్రయోగమునందును ఒక క్రమము, ప్రయోజనము గోచరించుచుండును. రాసాయనికశాస్త్రమున కీయన చేసిన నిర్వాహము వాయువులయొక్క సాంద్రతను గణించుట. ఇందుల కీయన బహుసుకరమైనపద్ధతిని ఉపయోగించెను. మామూలు ఒత్తిడిలో వాయువును ఒక గాజుసీసాలో బంధించి, ఆ సీసా భారమును మొట్టమొదట నిర్ణయించును. తరువాత ఆ సీసాలోనికి మరికొంత ఆ వాయువునే పంపుచేసి సీసాను రెండవమారు తూచును. సీసాలో ఎక్కువ ఒత్తిడిలోనున్న వాయువును పైకి వెడలనంపి నీటిపై సంగ్రహించి దాని ఆయతనమును గణించును. ఈ ఆయతనము ఎక్కువగానున్న గాలికి చెందినది. సీసాయొక్క రెండుభారములలో భేదము, ఎక్కించిన గాలియొక్క బరువును తెలియచేయును. దీని ఆయతనము తెలిసినది కనుక సాంద్రతను లెక్కింపవచ్చును.

కర్మాగారములందు సులభముగా దొరుకు వాయువుల భారములనే కాక, ఆయన భూమియొక్క భారమును కూడ గణించగలిగెనన్న, ఆయనకు పరిమాణగణన యందున్న ప్రతిభ విశదమగును.

హైడ్రోజన్ వాయువు తక్కువసాంద్రతగల దనికూడ అతడు నిరూపించెను. ఇది షీలే గుర్తించలేదు. హైడ్రోజన్ సామాన్యమైన గాలిలో మండినప్పుడు జలమేర్పడు నని కేవెండిష్ నిశ్చయించగలిగెను కాని, ఆతడు ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షీయుడగుటచే ఈ రాసాయనికపుమార్పును ఫ్లోజిస్టాన్ పరిభాషలోనే విశదపరచెను. ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షీయుల దృష్టిలో హైడ్రోజన్ కేవలము ఫ్లోజిస్టాన్; అది వాయువుతో సంయోగించి జలమగుచున్నది కనుక, ఫ్లోజిస్టాన్ పరిభాషలో జలమునకు ఫ్లోజిస్టికేటెడ్‌వాయువు (ఫ్లోషాయితవాయువు) అని పేరు.

మరియొక ముఖ్యమైన కేవెండిష్ పరిశోధన: ఒక శతాబ్దము తరువాత నవీనరాసాయనిక యుగమందు, అపురూపవాయువుల (చూ. జడవాయువులు) ఆవిష్కరణకు అవకాశము నొసంగినది. గాలియొక్క ఆయతన సంఘట్టనమును పరీక్షించుటకు కేవెండిష్ ఇదివరకు ప్రచారములో నున్న ఒకచిత్రమైన ఉపాయమును ఉపయోగించెను. గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్ నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌తో ఒక త్రుటిలో సంయోగించి నీటియందు కరుగు స్వభావముగల నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌గా మారును. కనుక, గాలిలో ఎంత ఆక్సిజన్ ఉన్నదియు దానిని నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌తో సంయోగింపచేసి ఆ వచ్చిన నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌ను నీటిలో కరగించి వేరుచేసి మిగిలిన నైట్రోజన్ ఆయతనమును కొలువవచ్చును:

నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ + ఆక్సిజన్ ⟶ నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్



$$2NO + O_2 \longrightarrow N_2O_4$$

రంగులేనిది  పిశంగవర్ణము కలది

ఇందులకై కేవెండిష్ ఉపయోగించిన ఉపకరణమునకు యూడియామీటర్ అని పేరిడెను (అనగా యూడియాస్ = మంచితనమును, మీటర్ = కొల్చునది). గాలియొక్క మంచితనము అందుండు ప్రాణవాయుభాగమై ఉండును; కనుక, దీని కీ పేరు వచ్చెను. ఈ ప్రయోగమును కేవెండిష్ కొంచెముగా మార్చి, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ కాక, ఇతర వాయురూపములేవైన సామాన్యమైన గాలిలో నున్నవేమో అని పరీక్షించుట కుపయోగించెను. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లేకుండచేసిన సామాన్యమైన గాలితో ఆక్సిజన్‌ని ఎక్కువగా కలిపి, విద్యుత్‌స్ఫులింగములను పంపిన అందున్న నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్‌తో

సంయోగించి నైట్రిక్ఆక్సైడ్ వాయువు ఏర్పడును. ఈ వాయువు శేషించియున్న ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి చాక్లెట్ రంగు గల నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌గా మారి బంధనద్రవమగు నీటిలో కరుగును. ఇంకను మిగిలిపోయిన ఆక్సిజన్‌ని సున్నపునీటిలో కలిపిన గంధకము (లివర్ ఆఫ్ సల్ఫర్)తో సంయోగింపచేసి పాత్రలో బంధితమైన గాలి నుండి తీసివేయవచ్చును. ఏదైన వాయువు మిగిలినచో అది ఆక్సిజన్ కాని, నైట్రోజన్ కాని కానేరదు. ఈ ప్రయోగమును తన చేతనైనంత జాగ్రత్తగా నడిపిన ప్రతి పర్యాయము ఒక గాలిబుడగ మిగిలినట్లు కేవెండిష్ కని పెట్టెను. ఈ బుడగ విద్యుత్‌స్ఫులింగముల ప్రభావమున ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించినదికాదు. ఈ ప్రయోగ సహాయమున ఆక్సిజన్ కాక ఇతరమైనవాయువేదైన సామాన్యమైన గాలియందుండినచోఅది తీసికొన్న సామాన్యమైన గాలి ఆయతనములో $\frac{1}{120}$ వంతుకన్న ఎక్కువ ఉండ నేరదన్న నిష్కర్షకు కేవెండిష్ రాగలిగెను.

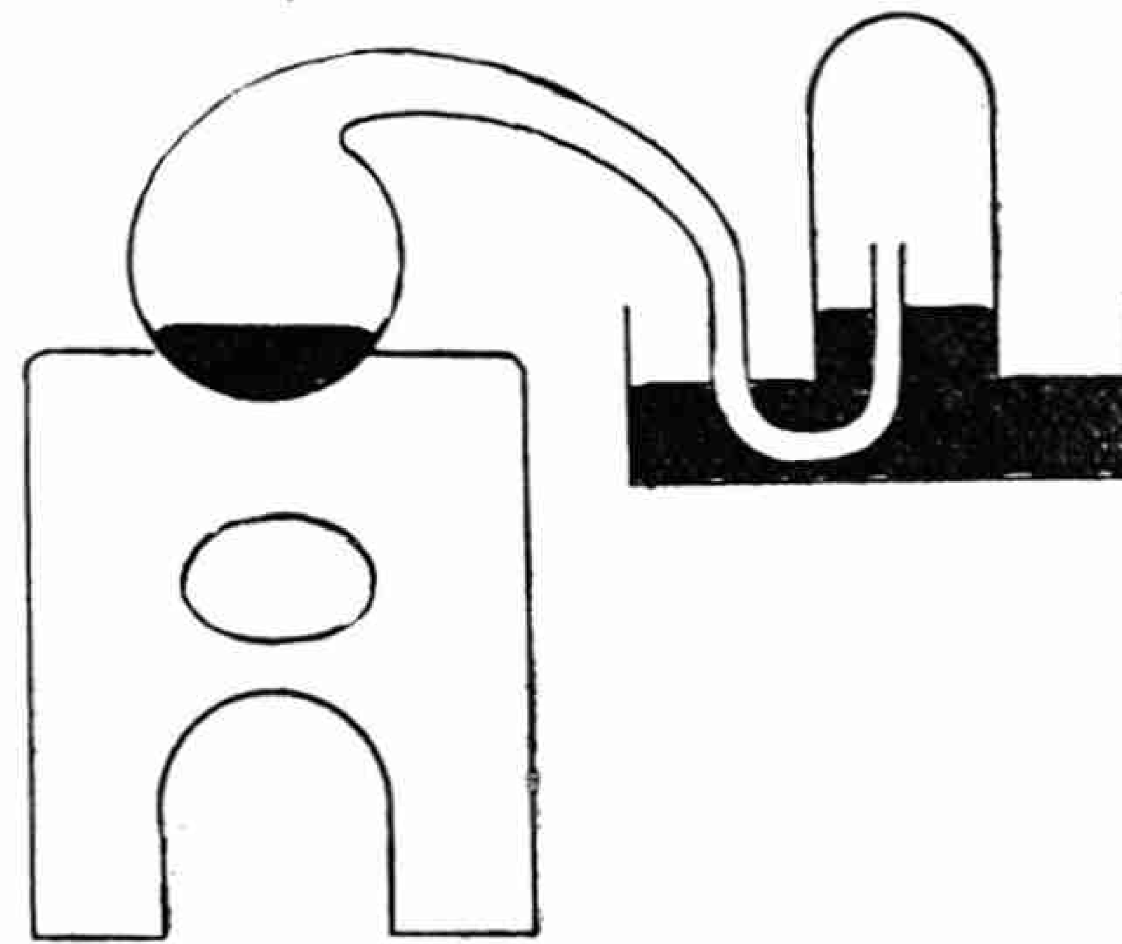
హైడ్రోజన్ గురించి కేవెండిష్ కావించిన పరిశోధనలు ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమునకు ఒక విధముగా చేయూత నొసంగినవి. ఇంకొకదృష్టిలో మూలచ్ఛేదములైనవి. 1767 లో కేవెండిష్ ఒకవాయువును తయారుచేసి సంగ్రహించెను. అది మండుస్వభావముకల దగుటచే దానికి దాహ్యవాయువని పేరిడెను. ఆమ్లములలో ముంచిన ధాతువులు కొన్ని ఈ వాయువును విడుదల చేయును. ధాతుభస్మములు ఆమ్లములలో లీనమైనపుడు ఈ వాయువు పుట్టదు కనుక ఈ వాయువు కేవలము ఫ్లోజిస్టాన్ మాత్రమే అను అనుమానము ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షీయులకు తట్టినది. ఈ వాయువులో ధాతుభస్మములను వేడిచేసినప్పుడు ఆభస్మములు ధాతువులుగా మారునను ప్రయోగనిరూపణ అనుమానమును నిశ్చయముగా మార్చినది. ఫ్లోజిస్టాన్ పక్షీయులు ఈ కల్పనను దైవదత్తముగా స్వీకరించిరి. వారిలో ముఖ్యులగు ప్రీస్ట్‌లీ, కేవెండిష్ ఈ ప్రయోగఫలములను వాడుకచేసి వాదమును బలపరచిరి. ఈ ప్రయోగఫలములే తరువాత లావ్వాజ్యే చేతిలో వాదభంగమునకు కారణములయ్యెను. ఫ్లోజిస్టాన్ అద్రవ్య, అమూర్త తత్వముగ పరిగణించబడినంతకాలము వాదమును బలపరచుటకు కావలసిన ఋణభారమువంటి పైశాచిక గుణములేవియైన దానికి ఆరోపించవీలుండెను. ఒకసారి ఫ్లోజిస్టాన్ వాయురూపమని ఒప్పుకొనినచో అది ద్రవ్యమని అంగీకరింపక తప్పదు. ద్రవ్యమునకు ముఖ్యగుణము భారము. అందుచే ఫ్లోజిస్టాన్ భారముగల ద్రవ్యమని తేలినది. అట్లయిన ధాతువులు ధాతుభస్మములుగా మారునపుడు భారము కలిగిన ద్రవ్యమగు ఫ్లోజిస్టాన్ ధాతువునుండి వెడలిపోయినచో భస్మముయొక్క భారము తగ్గుటకు బదులుగా ఎందుకు హెచ్చినది? ఈ ప్రశ్నకు ఫ్లోజిస్టాన్‌వాదము సరియైన సమాధానమును ఈయలేక వెల్లికిలపడినది. ఈ అర్థములో కేవెండిష్ హైడ్రోజన్ విషయమై కావించిన పరిశోధనలు మూలచ్ఛేదకముగా పరిణమించినవి.

ఫ్లోజిస్టాన్‌వాద భంగమునకు వాయుస్వభావ పరిశీలన ఎట్లు ఆవశ్యకమైనదో, వాయువులమధ్య జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియల అనుశీలనకు, నాటికాలమునకు విద్యుచ్ఛక్తియొక్క ఉత్పత్తి, వాడుకలయందు గలిగిన అభివృద్ధి అట్లే ఉపకరించినది. ప్రీస్ట్‌లీయొక్క కీర్తి ఆతని రాసాయనిక పరిశోధనలవల్లనే వచ్చినదికాదు. విద్యుత్ క్షేత్రమునందుకూడ ఆయన కావించిన కృషి ఎన్నతగినది. దాహ్యవాయువును సామాన్యవాయువుతో కలిపి ఆ మిశ్రములోనికి విద్యుత్ స్ఫులింగములను పంపినచో పాత్రయొక్క పక్కలు తడియగునని ప్రీస్ట్‌లీ కనుగొనెను. ఫ్లోజిస్టాన్‌తో సంయోగించి గాలి తనలోనున్న తేమను బయలు పెట్టెనని ప్రీస్ట్‌లీ ఈ ప్రయోగఫలమును వివరించెను. ఇందింతకన్న నిగూఢ రహస్యమున్న దని కనిపెట్టిన కేవెండిష్ అతిజాగరూకతతో గావించిన అనేక పరిశోధనల ఫలితముగా, సామాన్యవాయువునందు ఐదవభాగముతో దాహ్యవాయువు సంయోగించి నీరు ఏర్పడిన దని గుర్తించినాడు. కాని, కేవెండిష్ ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును వదలుట కిష్టపడక ఈ ప్రయోగఫలమును ఫ్లోజిస్టాన్ పరిభాషలోనే వివరించెను. వచ్చిన నీటికి ఫ్లోజిస్టికేటెడ్ వాయువు (ఫ్లోజిస్టాన్‌తో నిండిన గాలి) అని పేరుపెట్టి సబబైనశాస్త్రీయ మార్గమును విడచి పెట్టినాడు.

సంపూర్ణశాస్త్రీయమార్గము నవలంబించి జ్వలన ప్రక్రియను వివరించగలిగిన వ్యక్తి లావ్వాజ్యే. తన కాలములో మిక్కిలి ప్రచారములోనున్న ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమందు తనకుగల అసంతృప్తిచే ఆ వాదమును నిరసించుటకు 1774లో తన పరిశోధనల ప్రారంభించెను. తను ఫ్లోజిస్టాన్ వాద ఖండనకు శాస్త్రరంగమందు ప్రవేశించుసరికి, ఖండనమునకు వలయుపరికరము లన్నియు, ఫ్లోజిస్టాన్ వాదపక్షీయుల చేతనే సంగ్రహించబడి సిద్ధముగా నున్నవి. ఈ సాధనములలో వాయువుల వాస్తవికతను గురించిన జ్ఞానమును, రాసాయనికపు మార్పు విమర్శనలలో తులాయంత్ర దర్శితములగు ఫలితములను నిర్ణాయకములుగా తీసికొను సంప్రదాయమును ముఖ్యమైనవి. ఇందు మొదటివిషయము బ్లాక్ మొదలుకొని కేవెండిష్ వరకు గల ఫ్లోజిస్టాన్ వాదపక్షీయులచేతనే సాధితమైనది. రెండవవిషయమును బ్లాక్

తన మగ్నీషియా ఆల్బాను గురించిన శోధనఫలితములచే రుజువు చేసెను. ఈ జ్ఞానమునంతయు క్రోడీకరించి ప్రయోగ పోషితమగు నవీనసిద్ధాంతముగా నవతరింపచేయుటకు, లావ్వాజ్యేకు ఒక విషయముమాత్రము లోటుపడి యున్నది. అది ఏమన ప్రీస్ట్లీ రసభస్మమును వేడిచేసి కనుగొనిన ఆక్సిజన్‌కు, సామాన్యమైన గాలియందు జ్వలనమును సాగనిచ్చుభాగమునకు గల సంబంధము. జ్వలన సిద్ధాంతమును సమగ్రముగా వ్యవస్థాపించుటకు పూర్వము లావ్వాజ్యే, ప్రకృతి శాస్త్రములకు కీలకము వంటిదగు భారనిత్యతానియమమును సప్రయోగముగను, సహేతుకముగను స్థాపించెను. ఇందులకు ఈయనను ప్రేరేపించినది జ్వలనమందు జరుగు వస్తువులయొక్క భారమునందు మార్పునుగురించి ఫ్లోజిస్టాన్ వాదుల నిర్లక్ష్యభావము. తగరమునుకాని, సీసమునుకాని మూసిన పాత్రలో గ్రహించి, ఎంత కాలము కాల్చి కరగించినను దాని బరువునందు మార్పు కలుగబోదని లావ్వాజ్యే ప్రయోగమూలముగా రుజువుచేసెను. ఈ ప్రయోగమున ధాతువునందు మార్పు లేకపోలేదు. ధాతువు కొంత భస్మముగా మారినది. అయినను మూయబడిన పాత్ర, అందున్న తగరము వాటి మొత్తముభారమునందు మార్పేమియును కానరాలేదు. ఇట్టి ప్రయోగములను బహుళముగా చేసి ఆ ప్రయోగఫలముల నాధారము చేసికొని భారనిత్యతా నియమమును వెల్లడిచేసెను. 'ఒక మూయబడినపాత్ర యందుండు ద్రవ్యములలో ఏ మార్పులు జరిగినను వ్యూహపు మొత్తపుబరువులో ఎట్టిమార్పును గోచరించదు.'

లావ్వాజ్యే సత్యమగు జ్వలనసిద్ధాంతమును స్థాపించుటకు యత్నించుచు, సరియైనదారి గానక తికమకలు పడుచున్న సమయములో అదృష్టవశమున 1774 అక్టోబరులో ప్రీస్ట్లీని పారిస్ నగరములో కలుసుకొనుట తటస్థించినది. ఈ సమావేశములో ప్రసంగవశమున తాను అంతకుముందే ఆగష్టు నెలలో తయారుచేసిన ఆక్సిజన్‌ను గురించిన జ్ఞానమును ప్రీస్ట్లీ, లావ్వాజ్యేకు తెలియచేసెను. ప్రీస్ట్లీ కావించిన పరిశోధనకును, జ్వలన ప్రక్రియకును ముఖ్యమైనసంబంధము కలదని సూక్ష్మబుద్ధియగు లావ్వాజ్యే గ్రహించెను. ప్రీస్ట్లీ రసభస్మమును వేడిచేయుటచే ఆక్సిజన్‌ను తయారు చేయగలిగెను. రసభస్మము సాధారణముగా మర్క్యూరిక్ నైట్రేట్‌ను వేడిచేయుటవలన లభించును. పాదరసమును మూసినపాత్రలో వేడిచేసినను ద్రవతలముపై ఎర్రటిపొరవలెకూడ కొద్దిగా ఏర్పడును. ఈ పొరను కూడదీసి మరల వేడిచేసినచో ఆక్సిజన్ లభించును. ఈ రెండు ప్రయోగఫలములను కలిపి పర్యాలోచించినచో జ్వలనప్రక్రియతత్వము వెంటనే స్ఫురించగలదు. ఆవిరిగా పైకి పోవుటకు వీలులేనిపరిస్థితులలో పాదరసమును గాలిలో వేడిచేసిన రసభస్మము ఏర్పడును. ఈ భస్మమును తిరిగి హెచ్చుగా వేడిచేసిన ఆక్సిజన్ ఏర్పడును. అందుచే, ఆక్సిజన్ నిజముగా గాలిలో అంతర్భాగము. ఈ భాగము జ్వలనాధారకమన్న విషయము పాదరసమునుండి రసభస్మ మేర్పడుటలో తెల్లమైనది. ఈ పర్యాలోచనను ప్రీస్ట్లీ కావించ లేదు; లావ్వాజ్యే కావించెను. ప్రీస్ట్లీ కావించకపోవుటకు కారణములు ఆయన ప్రయోగములన్నియు యాదృచ్ఛికముగా చేసినవియే కాని వాటియందు ఒక క్రమముగాని, నియమముగాని లేకపోవుట. అదిగాక ప్రీస్ట్లీకి తన ప్రయోగములందు మార్గదర్శకమగు సిద్ధాంతనిర్మాణదృష్టి ఏదియును లేదు. అట్లుగాక లావ్వాజ్యే జ్వలనసిద్ధాంతమును స్థాపించుటకు పూనికొనినాడు. ఈ సిద్ధాంతము ఆయనకు మార్గదర్శకముగా నాచరించినది. ఇదివరకు తనకు తెలిసిన ప్రయోగఫలములు సిద్ధాంతము నెంతవరకు పోషించగలవో, సిద్ధాంతమును నిరాక్షేపముగా నొనర్చుటకు ఏయే ప్రయోగ ఫలములింకను కావలెనో లావ్వాజ్యే తేలికగా గ్రహించగలిగెను. అందువలన ప్రీస్ట్లీ చేసిన సూచనను తన సిద్ధాంత సామగ్రికి పూరకముగా లావ్వాజ్యే ఉత్సాహముతో గ్రహించెను. లావ్వాజ్యే కేవల గుణాత్మకమగు పర్యాలోచనతో ఆగిపోలేదు. జ్వలన సిద్ధాంతమును తన భారనిత్యతా నియమముతో మేళవించెను. అందుకై లావ్వాజ్యే కావించిన ప్రయోగము రాసాయనికశాస్త్రాభివృద్ధిలో ఒక నూతనయుగమును స్థాపించినది. అందుచే ఈ ప్రయోగము రాసాయనికశాస్త్రాన్వేషకులకు మార్గదర్శకము.


లావ్వాజ్యే పరికరము

పై పటములో చూపినట్లు వంకరతొండముగల ఒక రిటార్ట్‌లో కొంత పాదరసము పోసి, దాని తొండపుకొనను ఒక తొట్టెలోనున్న పాదరసములో కొంత మునగనిచ్చి దానిపై ఒక బెల్ జార్‌ను బోర్లించెను. బెల్ జార్‌లోనికి ప్రవేశించిన పాదరసపు మట్టమును మొదట గుర్తించెను

రిటార్ట్‌ను ఒక కొలిమిలో పెట్టి 12 రోజులు దానిని కాచెను. రెండవ రోజున అట్లు మరుగుచున్న పాదరసముపై సిందూర భస్మము తయారయ్యెను. అది క్రమముగా ఐదు రోజుల వరకు వృద్ధి అయ్యెను. తరువాత వారమురోజులు మరి మార్పేదియు కన్పట్టలేదు. సిందూరభస్మము వృద్ధియగుటతోపాటు బెల్ జార్‌లోనున్న గాలి తగ్గి రసపుమట్టము క్రమముగా పైకిలేచెను. అదికూడ ఐదు రోజులవరకు క్రమముగా హెచ్చి తరువాత నిలచిపోయెను. బెల్ జార్‌లో ఐదవవంతుగాలి తగ్గినట్లు తెలిసెను. అందుచే రిటార్ట్‌లో రససిందూరము ఏర్పడునపుడు అందులోనుండు గాలిలో ఐదవవంతు పాదరసముతో సంయోగమును చెందెనని స్పష్టమయ్యెను. ఈ ప్రయోగమును అతడు అనేక పర్యాయములు తిరిగి కావించి పాదరసము భస్మమగుటలో ఉపయోగపడిన వాయువు, మొదట గ్రహించబడినదానిలో సరిగా ఐదవవంతని రూఢిగా నిర్ణయించెను. తరువాత ఆ రసభస్మమును ఇంకొక రిటార్ట్‌లో వేడిచేయగా లభించిన వాయువు ప్రీస్ట్లీ 'ఆక్సిజన్' యని నిరూపించెను. ఈ ప్రయోగమునుండి సాధించిన ఊహలను క్రిందివిధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. ధాతువులు భస్మముగా మారినపుడు తూకము హెచ్చును ; సమీపమందున్న వాయువులో కొంతభాగము తగ్గును.
2. ధాతువులు మూయబడిన పాత్రయందున్న గాలిలో మండినపుడు ఐదవవంతు లోపించి మిగిలినగాలి జ్వలనమునకు జీవములకు మరి ఆధారము కానేరదు.

ఈ విషయములను సక్రమముగా పర్యాలోచించినచో క్రిందివిషయములు తేలును :

1. గాలియందు రెండురకములైన వాయువు లున్నవి. అందొకటి చురుకైనది ; జ్వలనమునకు, జీవములకు ఆధారమైనది. మిగిలినది మందకొడిస్వభావము కలది, జ్వలన జీవనవిరోధి.
2. వస్తువులు మండునపుడు అవి గాలియందలి ప్రాణాధార భాగముతో సంయోగించి వాటి బరువు హెచ్చును.

లావ్వాజ్యే చేసిన ఈ వివరణను శాస్త్రజ్ఞులు వెంటనే ఆమోదించలేదు. పదిసంవత్సరములు ఓపికతో శాస్త్రజ్ఞుల ఆమోదముకై నిరీక్షించి, స్టాల్ నిర్వచించిన ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతమును సింహావలోకనమను శీర్షిక గల వ్యాసములో లావ్వాజ్యే తీక్ష్ణముగా విమర్శించెను. క్రమక్రమముగా ఫ్రెంచ్, బ్రిటిష్ శాస్త్రవేత్తలు అందరు ఈ సిద్ధాంతము నందలి సత్యమును గ్రహించి ఆమోదించిరి. చివరకు జర్మను శాస్త్రజ్ఞులుకూడ స్టాల్ సిద్ధాంతము సత్యసమ్మతము కాదని తెలిసికొని వదలివేసిరి.

ఫ్లోజిస్టాన్ సిద్ధాంతమును ఖండించుటతో లావ్వాజ్యే పరిశోధనలు ముగియలేదు. అంతకుపూర్వము రాబర్ట్ బోయిల్ నెలకొల్పిన మూలద్రవ్యనిర్వచనమునకు ఇతడు వ్యాప్తిని కలిగించెను. రాసాయనిక విశ్లేషణమునకు లొంగని వస్తువులను మూలద్రవ్యములుగా భావింపవలెనని లావ్వాజ్యే బోయిల్‌ను అనువదించెను. ఈ దృష్టిలో ఆయన కాలమునాటి కింకను రాసాయనిక విశ్లేషణమునకు చోటియ్యని సున్నము, బెరైటా, మగ్నీషియా, అల్యూమినా అను క్షారములు మూలద్రవ్యము లనియే ఈయన భావించెను. కాని, భావి శాస్త్రజ్ఞులకృషి వలన తాను మూలద్రవ్యము లని అనుకొనిన ఈ క్షారములు యౌగిక ద్రవ్యములని రుజువు కావచ్చు ననికూడ వచించెను.

మూలద్రవ్య నిశిత నిర్వచనముతో నేలంటుదశ వదలి రాసాయనిక శాస్త్ర మభివృద్ధి నొందసాగెను. రాసాయనికపుమార్పు లక్షణములు కూలంకషముగా శోధింపబడెను. అందువలన రాసాయనిక క్రియలు అనుసరించు మూలనియమములు వెల్లడి అయ్యెను.

రాసాయనికపు మార్పు ముఖ్యలక్షణములు: 1. మొదటి ద్రవ్యములు అదృశ్యమై క్రొత్త గుణములతో క్రొత్త ద్రవ్యములు ఏర్పడును. 2. రాసాయనికపు మార్పునందు ఏదో ఒకవిధమగు శక్తి రూపమగుపడును. కొన్ని మార్పులయందు వేడిమి, కాంతి కనపడవచ్చును. కొన్నిటియందు విద్యుచ్ఛక్తి పుట్టుటకాని, ఖర్చు అగుటకాని జరుగవచ్చును.

పై లక్షణములు కేవలము గుణాత్మకములు. రాసాయనికపు మార్పునందు పాల్గొను ద్రవ్యముల పరిమాణముల మార్పులలో అగుపడు నియమములు నాలుగు :

1. భారనిత్యతా నియమము ;
2. స్థిరనిష్పత్తి నియమము ;
3. గుణిజ నిష్పత్తి నియమము ;
4. తుల్యభార నియమము.

భారనిత్యతా నియమము ఫ్లోజిస్టాన్ వాదమును లావ్వాజ్యే ఖండించిన సందర్భమున నిర్వచింపబడినదని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. ఇంతకుముందే జీన్ రే శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతి మూలద్రవ్యమునకును స్వభావసిద్ధమైన బరువు ఉండుననియు, ఆ మూలద్రవ్యము ఎన్ని రాసాయనికక్రియలయందు పాల్గొనినను దాని బరువు హెచ్చుటగాని, తగ్గుటగాని జరుగదనియును చెప్పెను. స్పష్టముగా నిర్వచనను చేయలేకపోయినను, బ్లాక్ మగ్నీషియా ఆల్బానుగురించి చేసిన పరిశోధనలలో భారనిత్యతానియమము ఇమిడియున్నదనుట స్పష్టము. క్రీ. శ. 469 - 470 లో డెమో

క్రటీజ్ తన పరమాణువాదమున పరమాణువులభారము నిత్యమనియును, శూన్యమునుండి ద్రవ్యము ఉత్పన్నమగుట గాని, ఇదివరకున్న ద్రవ్యము శూన్యమగుటగాని తట స్థించదనియును సిద్ధాంతీకరించెనని ఈవరకే చెప్పబడినది. కణాద వైశేషిక సిద్ధాంతము క్రీ. పూ. 6 వ శతాబ్దము లోనే పరమాణువులకు ఉత్పత్తి, నాశనములు లేవని నిరూపించెను.

జ్వలనసిద్ధాంతమును స్థాపించుసందర్భమున లావ్వాజ్యే తగరమును మూసిన పాత్రలో కాల్చి పాత్ర మొత్తపు భారములో మార్పులేదని నిరూపించెనని ఇదివరకే చెప్పి యుంటిమి. ఈ ప్రయోగఫలితమైన భారనిత్యతా నియ మము ఆయన సిద్ధాంతమునకు మూలభూతమైనట్లుకూడ తెలిసికొనియున్నాము.

దీపము వెలుగునపుడు చమురు నశించునట్లును, చెట్లు పెరుగుటలో క్రొత్తద్రవ్యము సృష్టమైనట్లును స్థూలాను భవమునకు కానవచ్చును. ఈ రెండు ఉదాహరణములు ఈ భారతనిత్యతా నియమమునకు అపవాదము లేదా విరోధము అను భ్రమ కలుగవచ్చును. కాని, సూక్ష్మ ముగా పరిశీలించినచో మండుచమురు ఆక్సిజన్‌తో సంయో గించి ఆవిరి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుగా మారి అదృశ్యమగును. ఈ ఫలద్రవ్యములను సంగ్రహించి వాటి భారమును కనుగొన్నచో రాసాయనికపు మార్పును చెందిన చమురు, ఆక్సిజన్ మొత్తపు బరువునకు సరియ గును. ఎదిగెడుచెట్టు విషయమైకూడ అది ఆహారముగా గ్రహించెడి నీరు, గాలి, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువు మొదలైనవాని బరువుల మొత్తమును నిర్ధారణచేయ గలిగితిమేని ద్రవ్యమేదియును నూతనముగా సృష్టము కాలేదని నిరూపించవచ్చును.

స్థిరనిష్పత్తి నియమము : ఫ్రాన్సుదేశస్థుడగు బెర్టోలే రెండు ద్రవ్యములమధ్య జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియను శాసించు పరిస్థితులను పరీక్షించు సందర్భములో ఒక నియమితకాలములో రాసాయనిక ఫలముగా వచ్చు ద్రవ్యరాశి, మొదటిద్రవ్యముల సాంద్రత ఎంతఎక్కువగా నున్న అంతఎక్కువ ఉత్పన్నమగునని నిష్కర్షకు వచ్చెను. ఈ నిష్కర్షను ప్రచురించుపట్ల రాసాయనికపుమార్పు గురించి ఒక తప్పు అభిప్రాయమును వెలిబుచ్చినాడు. అది ఏమన రెండు ద్రవ్యములు ఏ నిష్పత్తిలోనైనను రాసాయనిక ముగా సంయోగించవచ్చునని. ఈ అభిప్రాయమును దిద్దు టకు ప్రూస్ట్ అను ఇంకొక ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాని (బెర్టోలేకు సమకాలీనుడు), ప్రయోగములను కావించి, రాసాయని కముగా సంయోగించు రెండుద్రవ్యముల రాశులెప్పుడును స్థిరనిష్పత్తిలో నుండునని రుజువుచేసెను. ఒక యౌగిక మును అనేక విధానముల శోధనాగారమందు తయారు చేసియు, దానినే ఖనిజలోకమునుండి సంపాదించియు వీటి రాసాయనిక సంఘటనము ఎప్పుడు ఒకే విధముగ నుండు నని చూపెను. బెర్టోలే, ప్రూస్ట్‌లమధ్య వాదప్రతివాద ములు పదియేండ్లు జరిగినవి. కొనకు ప్రూస్ట్‌నకే జయము చేకూరినది. స్థిరనిష్పత్తినియమము స్థిరపడినది. కాని, డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతము స్థాపితమైన తరువాత గాని స్థిరనిష్పత్తి నియమము రాసాయనికశాస్త్ర కక్ష్యలో నికి రాలేక పోయినది.

గుణిజనిష్పత్తి నియమము : బెర్టోలే దాడి నుండి స్థిర నిష్పత్తి నియమమును కాపాడుటలో ప్రూస్ట్ కావించిన ప్రయోగములలో అక్కడక్కడ రెండు ద్రవ్యములమధ్య ఒకటికన్న ఎక్కువ యౌగికము లుండునట్లు తెలిసినది. ఉదాహరణమునకు రాగి, గంధకముల మధ్య రెండు యౌగికములున్నవి. ఈ రెంటిలో ప్రతియౌగికమునందును మూలద్రవ్యముల భారనిష్పత్తి స్థిరమే. అందుచేత రెండు యౌగికములకు రెండు విధములగు భారనిష్పత్తులుండును. ఆనాటి రాసాయనికులు యౌగికముల భారనిష్పత్తులను శాతములలో వ్యక్తపరచు చుండెడివారు. అందుచే రెండు యౌగికములందును నియతభారము గల ఒక మూలద్రవ్య ముతో సంయోగించు రెండవ మూలద్రవ్యపు భారమును లెక్కించుట ఆచారములోలేదు. ఇట్లు లెక్కించినట్లైన గుణిజనియమము ప్రూస్ట్‌నకే స్ఫురించెడిది.

ఉదా : ఇనుము రెండు భిన్ననిష్పత్తులలో ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి రెండు భిన్నధర్మములుగల యౌగికములు ఏర్పడును. అందు మొదటిది ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ (నలుపు రంగు); రెండవది ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ (ఎరుపు రంగు).

| | శాతములు | |
|---|---|---|
| | ఇనుము | ఆక్సిజన్ |
| ఫెర్రస్‌ఆక్సైడ్ | 77·24 | 22·76 |
| ఫెర్రిక్‌ఆక్సైడ్ | 69·34 | 30·66 |

ఈ పరిమాణ సంబంధములు శాతములలో నున్నంత కాలము ఈ రెండు యౌగికములమధ్య పరిమాణాత్మక సంబంధమేమియు గోచరించదు. కాని, ఈశాత సంఖ్యలను ఉపయోగించి రెండు యౌగికములలో ఒకే నియమిత భారము ఇనుముతో సంయోగించు ఆక్సిజన్‌ని లెక్కించిన క్రింది సంఖ్యలు సిద్ధించును.

ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్‌లో 77·24 భాగముల ఇనుముతో 22·76 భాగములు ఆక్సిజన్ సంయోగించినది.

ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌లో ఆ 77·24 భాగముల ఇనుముతోనే 34·14 భాగములు ఆక్సిజన్ సంయోగించినది.

$$\frac{\text{ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్‌లో ఉన్న ఆక్సిజన్}}{\text{ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌లో ఉన్న ఆక్సిజన్}} = \frac{22.76}{34.14} = \frac{2}{3}$$

అనగా ఫెర్రస్, ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌లలో ఒకేభారము ఇనుముతో సంయోగించిన ఆక్సిజన్ భారములు 2 : 3 అను సరళపూర్ణాంకముల నిష్పత్తిలో నున్నవి.

ప్రూస్ట్ కాక మరికొందరు ఆ కాలపువారు, తరువాత కాలపువారు కూడ, రెండు ద్రవ్యములు ఒకటికన్న ఎక్కువ నిష్పత్తులలో రాసాయనికముగ సంయోగించునని కనుగొనిరి. రిఖ్‌టర్ (1792) వారిలో నొకడు. 1801 లో క్లెమెంట్, డెసార్మెస్ శాస్త్రవేత్తలు అదే కార్బన్ రాశి కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌లో ఉన్న ఆక్సిజన్ రాశికి రెండింతలైన ఆక్సిజన్ రాశితో కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌లో రాసాయనికముగా సంయోగించినదని చూపిరి. బైకార్బొనేట్‌లలో ఒకేపాలు లవణాధారముతో కార్బొనేట్‌లలో ఉన్నకన్న రెట్టింపుపాలు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉన్నదని వూలాస్టన్ కనుగొనెను. వీరిలో ఎవ్వరును ఈ ఫలములను సమన్వయించి నియమముగా నిర్వచించినవారు లేరు. ఆ కీర్తి పరమాణు సిద్ధాంత కర్తయగు జాన్ డాల్టన్ ఒక్కనికే దక్కినది. దీనికి కారణము డాల్టన్ ఈ నియమమును పరమాణు సిద్ధాంతము నుండి సాధించెను. ఆ వాదము యొక్క ముఖ్యప్రమేయములు :

1. రాసాయనిక సంయోగము మూలద్రవ్యముల యొక్క పరమాణువుల మధ్య జరుగును ;
2. పరమాణువులు అవిభాజ్యములగుటచేత, (a) ఒక మూల ద్రవ్యము యొక్క ఒక పరమాణువు మరియొక మూల ద్రవ్యము యొక్క ఒక పరమాణువుతో (స్థిర నిష్పత్తిలో) గాని, (b) ఒక మూలద్రవ్యము యొక్క ఒక పరమాణువు మరియొక మూలద్రవ్యము యొక్క ఒకటి కంటె ఎక్కువ పరమాణువులతో (గుణిజనిష్పత్తిలో) గాని సంయోగించ వచ్చును ;
3. ఈ రాసాయనిక సంయోగము జరుగునప్పుడు ప్రత్యేక పరమాణువుల భారము హెచ్చుటగాని, తగ్గుటగాని ఉండదు.

రాసాయనికసంయోగము సిద్ధాంత ప్రకారము నియత సంఖ్యగల పరమాణువులమధ్యనే జరుగునెడల ఒక మూల ద్రవ్యపరమాణువుతో ఒకటిగాని, రెండుగాని మరియొక మూలద్రవ్య పరమాణువులు సంయోగించవచ్చును. ఈ ఊహ నిజమైనచో, రెండు మూలద్రవ్యములు సంయోగించి ఒకటికన్న ఎక్కువ యౌగికములను ఇచ్చు పరిస్థితులలో ఒక మూలద్రవ్య నియత రాశితో రెండుయౌగికములందును సంయోగించు రెండవ మూలద్రవ్యరాశులు రెండును 1 : 2 లేదా 1 : 3 లేదా 2 : 3 (అనగా సరళ పూర్ణాంక నిష్పత్తిలో) ఉండవలెను. ఇట్టి యౌగికముల కొరకు ప్రయోగక్షేత్రమును వెదకుటలో డాల్టన్ ఈ గుణిజనిష్పత్తి నియమమును ప్రత్యక్షించెను. తక్కిన రాసాయనికులకు ఇట్టి సిద్ధాంతసాహాయ్యము లేదనుట స్పష్టము.

తుల్యభార నియమము : రిఖ్‌టర్ 1791-1802 మధ్య అమ్లములు క్షారములతో రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణములు ఏర్పడునపుడు, సామాన్యనియమ మొకటి గోచరించునని ప్రయోగ మూలముగా కనుగొనెను. ఒక నిర్దిష్ట భారముగల అమ్లముతో సంయోగించు ప్రత్యేక క్షారముల భారములకు తుల్యభారము అని రిఖ్‌టర్ పేరిడెను. అట్లే ఒక నిర్దిష్ట భారముగల క్షారముతో సంయోగించు ప్రత్యేక అమ్లముల భారములు కూడ తుల్యభారములే. ప్రతి అమ్లమునకు, ప్రతి క్షారమునకు రిఖ్‌టర్ ఇట్టి వివిధ క్షార, అమ్ల తుల్యభారములను నిర్ణయించి ఎన్ని అమ్లములు, ఎన్ని క్షారము లున్నవో అన్ని పట్టికలను తయారుచేసెను. రిఖ్‌టర్ తయారుచేసిన వేరువేరు పట్టికల నన్నిటినిచేర్చి వాటి సారాంశమును ఫిషర్ అను ఇంకొక జర్మనువిజ్ఞుడు రెండుపట్టికలలో ఇమిడ్చెను. ఈ రెండు పట్టికలు ఈ క్రిందివి. మొదటిదానిలో 1000 భాగముల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో సంయోగించు వివిధ లవణాధారముల భారములు కలవు. రెండవపట్టికలో 1605 భాగముల పొటాష్ క్షారముతో సంయోగించు వివిధ అమ్లముల భారములు ఉన్నవి. రెండవ పట్టికలో పొటాష్ క్షారపు 1605 భాగములను శీర్షికగా తీసికొనుటకు కారణము మొదటి పట్టికచూసిన బోధపడగలదు. 1605 సంఖ్య 1000 భాగముల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంయోగించు పొటాష్ క్షారపు భాగమును తెలియచేయును:

1. లవణాధారములు
(1000 భాగముల గంధకికామ్లముతో సంయోగించు భారములు)

| | | |
|---|---|---|
| అల్యూమినా | ... | 525 |
| అమోనియా | ... | 672 |
| సున్నము | ... | 793 |
| సోడా | ... | 859 |
| పొటాష్ | ... | 1605 |

2. అమ్లములు
(1605 భాగముల పొటాష్ క్షారముతో సంయోగించు భారములు)

| | | |
|---|---|---|
| కార్బానిక్ ఆసిడ్ | ... | 572 |
| హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ | ... | 512 |
| ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ | ... | 755 |
| నైట్రిక్ ఆసిడ్ | ... | 1000 |
| సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ | ... | 1405 |

ఈ రెండు పట్టికలలో నేదేని యొకద్రవ్యమును మనము ఎంచుకొందము; ఉదాహరణమునకు మొదటిపట్టికలోని సోడాక్షారమును తీసికొందము. దానికెదురుగా నున్న సంఖ్య 859. అనగా, ఈ 859 భాగముల సోడాక్షారము రెండవపట్టికలో నున్న ఏ ఆమ్లముతో నైనను దాని కెదురుగ చూపినసంఖ్య తెలియజేయు భారముతో సంయోగించును. అటులనే రెండవ పట్టికలోనున్న ఏ ఆమ్లమైనను దానికెదురుగ కన్పట్టుసంఖ్య తెలియజేయు భారమును స్వీకరించి మొదటిపట్టికలో నున్న ఏ క్షారముతోనైనను దానికెదురుగ కన్పట్టుసంఖ్య తెలియచేయు భారముతో సంయోగించకలదు.

ఈ పైని పేర్కొనిన ప్రయోగఫలితములను, రిఖ్ టర్ ఫ్లోజిస్టాన్ పరిభాషలో వివరించుటచేతను, ప్రయోగము వలన లబ్ధమైనసంఖ్యలకు నిజముగాలేని ఒక గణిత క్రమ మున్నదని భ్రమించుటచేతను రిఖ్ టర్ వ్రాతలు సమకాలీనులకు స్పష్టముగా అర్థముగాలేదు. అస్పష్టతను తీసివేయగా ఆయనవ్రాతలలో నిలచిన రాసాయనిక జ్ఞానము రాసాయనికశాస్త్ర మూల నియమముగా పరిణమించినది.

"ఒకే నిర్దిష్టభారము ఆమ్లమును సంపూర్ణముగా తటస్థీకరించు వివిధక్షారముల భారములు రాసాయనికముగా తుల్యములు; లేదా, ఒకే నిర్దిష్టభారము క్షారమును సంపూర్ణముగా తటస్థీకరించు వివిధ ఆమ్లముల భారములు రాసాయనికముగా తుల్యములు" అని అందరికి తెలియు భాషలో ఈ నియమమును వ్యక్తపరచవచ్చును

ఈ తుల్యభారనియమము ఆమ్లముల, క్షారములమధ్య జరుగు తటస్థీకరణప్రక్రియకేకాక సర్వేసర్వత్ర రాసాయనిక సంయోగప్రక్రియలయం దెల్లడలను అన్వయించునను విషయమును బర్జీలియస్ నిరూపించెను. ఉదా : సోడియమ్ హైడ్రైడ్ అను యౌగికము ఏర్పడుటలో 23 గ్రాముల సోడియమ్ 1 గ్రాము హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించును. అనగా, ఈ సంయోగకార్యమందు 23 గ్రాముల సోడియమ్‌నకు 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ తుల్యము.

అట్లే సోడియమ్ క్లోరైడ్ (మామూలు ఉప్పు) యౌగికము ఏర్పడుటలో 23 గ్రాముల సోడియమ్ 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్‌తో సంయోగించును. అనగా, 23 గ్రాముల సోడియమ్‌నకు 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్ రాసాయనికముగా తుల్యము.

హైడ్రోజన్‌కిని, క్లోరీన్‌కును మధ్య రాసాయనిక సంయోగము జరుగగలదు. ఈ సంయోగమందు హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ అను యౌగిక మేర్పడును. ఈ యౌగికము ఏర్పడినపుడు మూలద్రవ్యముల భారనిష్పత్తిని ప్రయోగములచే కనుగొనవచ్చును. 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్‌తో సంయోగించునని ప్రయోగము చూపుచున్నది. హైడ్రోజన్, క్లోరీన్ పరస్పరము సంయోగించు ప్రక్రియయందుకూడ, సోడియమ్‌తో నివి ప్రత్యేకముగా సంయోగించునపుడు లబ్ధములైన తుల్యభారములే మనకు మరల తారసిల్లినవి. అనగా, 23 గ్రాములతో రాసాయనికముగా తులతూగు హైడ్రోజన్, క్లోరీన్‌ల భారములు వీటి పరస్పర సంయోగమందుకూడ కన్పట్టుచున్నవి.

పైని మనము మూడు మూలద్రవ్యములను ఉదాహరణగా తీసికొంటిమి. A, B, C, D, E, F మొదలుగా గల ఎన్ని మూలద్రవ్యములను తీసికొన్నను ఒక నిర్దిష్టభారము A తో సంయోగించగల B, C, D, E, F మొదలుగా గల మూలద్రవ్యముల భారములు వాటితోనవి పరస్పరము సంయోగించునపుడు కూడ కనపడు భారములని ప్రయోగములచే నిరూపించవచ్చును. నాటికి తెలిసిన అన్ని మూలద్రవ్యములకును సంయోగభారములను* అనేక ప్రయోగముల కావించి బర్జీలియస్ కనుగొనెను. ఈ ప్రయోగ ఫలితములను సాధారణీకరించిన, క్రింది నియమము బయలు పడినది.

"ఒక మూలద్రవ్యపు నిర్దిష్టభారముతో సంయోగించు వివిధమూలద్రవ్యముల భారములు, పరస్పరము రాసాయనికముగా తుల్యములు. అనగా, ఈ భారములలోగాని వాటి గుణ్యములతోగాని ఈ మూలద్రవ్యములు ఒండొంటితో రాసాయనికముగా సంయోగించును." ఈ సంయోగ భార నియమము పరమాణుసిద్ధాంతమునకు బీజము. (చూ. రాసాయనికశాస్త్ర మూలభావములు : సంయోగ భార నియమము.)

డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతము - దాని ఉత్పత్తి : 1802 నాటికి పైని పేర్కొనిన రాసాయనిక నియమముల నిర్వచనము ముగిసినది. ఈ నియమముల అంతరార్థము ఇంకను కనుగొనవలసియున్నది. వీటినన్నిటిని గుదికూర్చి ఆధునికశాస్త్రదృష్టిలో వివరించి, ద్రవ్యతత్త్వరహస్యమును వెల్లడించినవాడు జాన్ డాల్టన్. జాన్ డాల్టన్ ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని; మాంచెస్టర్ నగరమున ఉపాధ్యాయ వృత్తిలో జీవితము గడుపుచుండెడివాడు. ఆ కాలములో నగరపురపాలక సంఘముతరఫున వాతావరణ స్థితివిషయమైన అన్వేషణములను గావించు చుండెను. వాతావరణ స్థితివిషయమై ఈయన కొకప్రశ్న తట్టినది. గాలియందు

* సంయోగ కార్యమందు పాల్గొను ఈ మూలద్రవ్య భారములకు సంయోగ భారములని పేరు.

విశిష్టభారములుగల భిన్న వాయువుల భాగములు బరువైనది అడుగున, తేలికది పైని వేరవకుండ మిశ్రముగానే ఉండుటకు కారణమేమి ? ఈ వివరణలో డాల్టన్ ఇదివరకు న్యూటన్‌చే స్థాపింపబడిన భౌతికపరమాణు సిద్ధాంతప్రమేయములను ఉపయోగించి గాలిలో కలిసియున్న ప్రత్యేకవాయువులు (ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, నీటియావిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడ్) రాసాయనికముగా సంయోగించినస్థితిలో ఉన్న వేమో అని అనుమానించెను. గాలిలో ఉన్న వివిధ వాయువులు ఎల్లపుడు ఒకే నిష్పత్తిలో ఉండుటచేత ఈ అనుమానము మరింత ధ్రువపడినది. ఈ అనుమానము నిజమగునో కాదో కనుగొనుటకు గాలిలో కలిసియున్న వివిధ వాయువుల పరమాణువుల సాపేక్ష సంఖ్యను డాల్టన్ కాగితముపై గణించుటకు ప్రయత్నించెను.

ఈ గణనలో గాలిలోనున్న ప్రత్యేకవాయువుల భారములు, పైనిచెప్పిన పరమాణు సంయోగభార నియమములను అనుసరించలేనట్లు డాల్టన్ గ్రహించెను. అందుచే గాలి యౌగికద్రవ్యము కాదన్న నిష్కర్షకు ఆయన వచ్చెను. కాని, గాలిలోనున్న వివిధ వాయువులును సమానసాంద్రతగల మిశ్రముగా నుండుటకు గల హేతువు డాల్టన్‌కు మొదట స్ఫురించలేదు. న్యూటన్ భౌతిక పరమాణు సిద్ధాంతమందొక ప్రమేయము డాల్టన్‌కు సమాధానమును సూచించినది. ఒకే ద్రవ్యపు పరమాణువులు పరస్పరము అపకర్షించుకొను ననియు, భిన్నద్రవ్యముల పరమాణువులు ఆకర్షించుకొను ననియు న్యూటన్ చేసిన సూచనను అనుసరించి విజాతీయవాయుద్రవ్యముల పరమాణువులు పరస్పరాకర్షణబలముచే పొరలక్రింద వేరుపడక సంపూర్ణముగా కలిసియుండునను సమాధానమునకు డాల్టన్ వచ్చెను. వివిధద్రవ్యముల పరమాణువులు విజాతీయగుణములు కలిగియుండునను న్యూటన్‌చే సూచితమైన భావమును డాల్టన్ క్రింది రాసాయనిక ప్రయోగముచే నిరూపించెను :

గాలితో నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ (సురేకారవాయువు) ను కలిపి గాలియందున్న ఆక్సిజన్ ఆయతనమును నిర్ధారణచేయుట. నూరు భాగముల గాలితో 36 గాని, 72 గాని భాగములు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ సంయోగించి, గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్‌ని నీటిలో కరుగు నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌గా మార్చి, ఆక్సిజన్‌ని గాలి నుండి తీసివేయును. ఈ ప్రయోగ ఫలిత ప్రకారము గాలియందున్న ఆక్సిజన్ ఒకమారు ఒక ఆయతనము నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌తోను, రెండవమారు రెట్టింపు ఆయతనము నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌తోను సంయోగించు నని తేలినది. 'ఆయతనము' అను మాటకు బదులు 'పరమాణువు' అనుమాట వాడుకచేసి, డాల్టన్, గాలి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌తో సంయోగించినప్పుడు ఆయతన నిష్పత్తులను సాంద్రతతో గుణించిన వచ్చు భారముల నిష్పత్తులు ముఖ్యమను అభిప్రాయమునకు వచ్చెను. ఈ భారములను నిర్ణయించుటలో వివిధ వాయువుల పరమాణువులు వివిధభారములు కలిగియుండునని డాల్టన్‌కు తెలిసినది. అందుచే వివిధ పరమాణువుల భారములను నిర్ణయించుటకు డాల్టన్ పూనుకొనెను. మొట్టమొదట కేవల భౌతికధర్మమగు గాలియొక్క మిశ్రస్వభావమును అన్వేషించుటతో ప్రారంభమైన ఈ భారనిర్ణయ ప్రయత్నము రాసాయనికముగా ఒండొంటితో సంయోగించు మూలద్రవ్య పరమాణుభారములను నిర్ధారణచేయుటగా పరిణమించినది. తన పరమాణు సిద్ధాంతమును నిర్వచించుటలో తనకు పూర్వము గ్రీక్‌ల కాలమునాటినుండియు ప్రచారములో నున్నవి, 17వ శతాబ్దములో న్యూటన్ మొదలగు భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల అంగీకారమును పొందినవి అగు భావములను డాల్టన్ ఉపయోగించుకొనెను. ఈయన సిద్ధాంతమందు ప్రవేశపెట్టిన నూతనత్వము, ఆ సిద్ధాంతమును రాసాయనిక సంయోగమునకు పట్టించి సంయోగ నియమముల వివరించుట. డాల్టన్ సిద్ధాంతకల్పనలను క్రింది విధమున సంగ్రహించవచ్చును :

1. జగత్తునందలి వివిధద్రవ్యములకు మూలభూతమగు ప్రాథమికద్రవ్య మొకటి కలదను ప్రాచీనుల ఊహ నిరాధారము;
2. ద్రవ్యము పరమాణు సముదాయము. పరమాణువు అనగా విభజించుటకు వీలులేని అంత్యద్రవ్యభాగములు ;
3. ఎన్ని మూలద్రవ్యము లున్నవో అన్నివిధములగు పరమాణువులు కలవు. ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువులన్నియు వాటి గుణములలో, ముఖ్యముగా వాటి భారములో సమానముగా ఉండును. భిన్న మూలద్రవ్య పరమాణువులు, భిన్నధర్మములను, ముఖ్యముగా భిన్న భారములను కలిగియుండును ;
4. రాసాయనికసంయోగ మెప్పుడును మూలద్రవ్యముల పరమాణువుల పూర్ణసంఖ్యల మధ్యనే జరుగును ;
5. పరమాణువుల ప్రత్యేకభారములను కనుగొనుట అసాధ్యము; వాటి సాపేక్షభారములే ప్రయోగలభ్యములు. భారనిష్పత్తిని యౌగికఘటకముల భారము నుండి కనుగొనవచ్చును ;
6. ఒక పరమాణువులో ఎన్నెన్ని వివిధపరమాణువు లున్నవో ప్రయోగమువలన తెలిసికొనుటకు వీలులేదు కావున, పరమాణు సాపేక్ష భారములను నిర్ణయించుటకు సైతము, ఈ క్రింద పేర్కొనిన కొన్ని సులభమైన కల్పనలు ఆవశ్యకము.

(a) రెండు మూలద్రవ్యముల మధ్య ఒకే యౌగికము లభ్యమైనపుడు ఆ యౌగికము 'ద్విపరమాణుక' మని - అనగా, రెండుమూలద్రవ్యముల ఒక్కొక్క పరమాణువే యౌగికములో నున్నది అని ఊహించవలెను.

(b) రెండు మూలద్రవ్యముల మధ్య రెండు వేరు వేరు యౌగికము లున్నపుడు అందొకటి ద్విపరమాణుకము, రెండవది త్రిపరమాణుకము అని ఊహించవలెను.

ఈ పై సరళకల్పనల ఉపయోగమునకు దృష్టాంతము :

A, B రెండు మూలద్రవ్యములు ;

a, b వాటి పరమాణు భారములు.

A యొక్క m పరమాణువులు B యొక్క n పరమాణువులతో సంయోగించనిమ్ము. అప్పుడు A, B ల సంయోగభారములు ma, nb (ఇచ్చట a ఒక పరమాణు భారము, m పరమాణ్వంకము, ఈ రెంటి గుణకము ma, ఇట్లే nb కూడ సిద్ధించును).

ప్రయోగము వలన లభించిన సంయోగ భారములు p, q లు అనుకొనిన పరమాణుసిద్ధాంతప్రకారము p, q లు ma, nb ల నిష్పత్తిలో నుండవలెను.

p : q : : ma : nb

ప్రయోగఫలములగు p, q లకు సిద్ధాంతప్రమేయముల నప్పించగా వచ్చిన సమీకరణ మిది. ఇందు m, n, a, b లను నాలుగింటి విలువ తెలిసికొనవలసి యున్నది. వాటిని నిర్ణయించుటకు కనీసము నాలుగు సమీకరణములు కావలెను. మనకు లభించిన సమీకరణ మొక్కటియే $\frac{p}{q} = \frac{ma}{nb}$. అందుచే m, n ల విలువల విషయమై మన మొక కల్పనను చేసినగాని a, b లను సాపేక్షముగానైన నిర్ణయించుటకు వీలులేదు.

ఇదివరకే ఫ్లోజిస్టాన్ వాద సందర్భమున శాస్త్రవిధాన లక్షణములను పేర్కొంటిమి.

మొదట అనుభూతవిషయములు తరువాత నియమమును సాధించుట, తరువాత నియమమును వివరించుటకు సిద్ధాంతకల్పన - కొనకు సిద్ధాంతమునుండి సాధితమైన ఊహను ప్రయోగముచే సమర్థింప జూచుట.

డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతముపై శాస్త్రీయపద్ధతి ననుసరించి స్థాపించబడిన దను విషయమును కొంచెము విచారింతము. 1802 పూర్వము శాస్త్రవేత్తల కృషివలన రాసాయనిక కార్యమునకు సంబంధించిన సంగతుల సంగ్రహణము జరిగినది. ఈ సంగతులను నాలుగు తరగతులుగా వర్గీకరించి అందుండి రాసాయనిక పరిణామమునకు సంబంధించిన నాలుగు నియమములుగా రాసాయనికులు, వేరు వేరు కాలములలో వెలిపుచ్చిరి. ఆ నియమముల వివరించుటకై డాల్టన్ ప్రాచీనసిద్ధాంతమును స్వీకరించి, దానిని మార్చి ప్రకృత ప్రయోగఫలితములకు అన్వయించునట్లు చేసెను. ఇంతటితో శాస్త్రీయసిద్ధాంత రచనాసరణిలో మూడు మజిలీలు ముగిసినవి. ఇంక నాలుగవది : సిద్ధాంతమునుండి సాధించబడిన ఊహను ప్రయోగముచే సమర్థింప చూచుట. ఈ సమర్థననుగూడ డాల్టన్ ఎట్లు నిర్వహించెనో గుణిజ నిష్పత్తి నియమావిష్కరణ సందర్భమున చెప్పియుంటిమి.

ఇట్లు సంపూర్ణశాస్త్రీయముగా వెలసిన డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంతము రాసాయనికశాస్త్రమునకు పునాది వంటిది. దీనిని ప్రాచుర్యములోనికి తెచ్చినవాడు డాల్టన్ జీవితచరిత్రను వ్రాసిన తామస్ తామ్సన్ ; డాల్టన్ సమకాలీనుడు. పరమాణుసిద్ధాంతమును సమగ్రముగా స్థాపించుటయే కాక, రాసాయనిక కార్యఫలితములను క్లుప్తముగా తెలియజేయుటకు డాల్టన్ ఒక సంకేతసరణినికూడ సృష్టించెను. ఈ సంకేతసరణి కొంచెము క్లిష్టముగా నుండుటచే వాడుకలో నిలువలేదు. ప్రస్తుతము వాడుకలో నున్న పద్ధతి బర్జీలియస్ (1779 - 1848) అను స్వీడన్ దేశ రాసాయనికుడు కల్పించినది.

ప్రచార మెంతజరిగినను డాల్టన్ సమకాలీనులలో కొంతమంది ముఖ్యులు పరమాణువాదమును అంగీకరించ లేదు. దీనికి కారణము కొన్ని ప్రయోగఫలితములు ఈ సిద్ధాంతమును పోషించకపోవుట. ఈ విసంవాదము ఒక ఉదాహరణముచే చూపనగు : హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ మధ్య డాల్టన్ నాడు తెలిసినయౌగికము ఒక్క అమోనియా: ఈ యౌగికములో మూలద్రవ్యముల భారనిష్పత్తి, హైడ్రోజన్ : నైట్రోజన్ : : 1 : 4 అని డాల్టన్ ప్రయోగముచే కనుగొనెను. అట్లే హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ల మధ్య ఒకే యౌగికము - నీరు, డాల్టన్నాడు తెలిసినది. నీటిలో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ భారనిష్పత్తి 1 : 8. నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్ల యౌగికములు అయిదున్నవని డాల్టన్కు తెలుసును. ఇవి : నైట్రస్ ఆక్సైడ్, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ ట్రైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్. వీటి భార నిష్పత్తులను సర్ హంఫ్రీ డేవీ ప్రాయోగికముగా నిర్ణయించినాడు. ఈ శ్రేణికిచెందిన యౌగికములన్నిటిలో మొదటిదియగు నైట్రస్ ఆక్సైడ్లో ఒకనియత భారము నైట్రోజన్ కనిష్టభారము ఆక్సిజన్ రాసాయనికముగ కలసియుండవలెను. ఈ శ్రేణిలోనున్న యౌగికములలో ఒకనియత భారము నైట్రోజన్ సంయోగించు ఆక్సిజన్ భారము మొదటియౌగికమునుండి ఐదవదానివరకు క్రమముగా హెచ్చుచుండును. ఈ యౌగికశ్రేణికి పైని పేర్కొనిన డాల్టన్ కల్పనను పట్టించితిమేని మొదటియౌగికములో ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువుతో ఒకే ఆక్సిజన్ పరమాణువు సంయోగించి యుండవలెను.

డాల్టన్ సిద్ధాంతప్రకారము ఈ యౌగికము ద్విపరమాణుకమై యుండవలెను. అనగా, యౌగికపరమాణువునందు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ చెరియొకపరమాణువు ఉండవలయును. అమోనియా, నీరు భారసంఘట్టనములనుండి లెక్కించిన నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్‌ల పరమాణుభారములు 4, 8-ఈ భారములే పరస్పర నిష్పత్తి నియమానుసారముగ నైట్రస్ ఆక్సైడ్ ద్విపరమాణుకమందుకూడ కనపడవలెను. అనగా, ఆ యౌగికమందు నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్‌ల భారనిష్పత్తి 4 : 8 కావలెను. ప్రయోగము వెలిపుచ్చిన నిష్పత్తి 14 : 8. సిద్ధాంతమునుండి సాధితమైన ఊహను ప్రయోగము సమర్థించలేదు. అందుచే సిద్ధాంతము కుంటుపడినది. ఈ దోషము అసలు సిద్ధాంతమునందు లేదు. సంయుక్తపరమాణువులందు మూలపరమాణువుల సంఖ్యలను గురించి డాల్టన్ సృజించిన స్వచ్ఛందకల్పనలలో ఉన్నది. ఈ విషయము మున్ముందు స్పష్టమగును. ఇట్టి ప్రాతికూల్యము డేవీ మొదలగు శాస్త్రవేత్తలకు డాల్టన్ సిద్ధాంతమందు అప్రామాణ్యబుద్ధిని కలుగ జేసినది.

డాల్టన్ తన పరమాణుసిద్ధాంతమును ప్రయోగ నిదర్శనములచే స్థాపించుప్రయత్నములో నిమగ్నుడై యున్న సమయమునందే ప్రయోగమం దతినిపుణుడగు గేలుసాక్ అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు వాయువుల రాసాయనిక సంయోగమును గురించిన నియమము నొకదానిని 1809 లో కనిపెట్టెను. కొంతవరకు తన ప్రయోగఫలితములను ఉపయోగించియు, మరికొన్ని యౌగికములకు సంబంధించిన భారనిష్పత్తులను, వాటి సాంద్రతలచే భాగించి ఆయతనములక్రింద మార్చియు ఈయన "వాయువు లెప్పుడును సరళాయతననిష్పత్తిలోనే రాసాయనికముగా సంయోగించును. సంయోగఫలమగు ద్రవ్యముకూడ వాయువే అయినచో దీని ఆయతనముకూడ మొదటివాయువుల ఆయనతనములతో సరళనిష్పత్తిలో నుండును" అని నిరూపించెను. సాపేక్షికభారముల నిర్ణయించుటయందు సౌకర్యము కొరకు డాల్టన్ సృజించిన కల్పన నొకదానిని జ్ఞప్తియం దుంచుకొనవలెను. అది ఏమన - రెండు మూల ద్రవ్యముల మధ్య ఒకే యౌగికము లభించినపుడు, ఆ యౌగికము ద్విపరమాణుకమని - అనగా, ఆ యౌగికమందు సంయోగించు రెండుమూలద్రవ్యముల ప్రత్యేక పరమాణువులు ఒకటొకటి చొప్పుననే యుండునని. నిజముగా ఈ ఊహ డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంతమునకు చేటు చేకూర్చినది. విరుద్ధప్రమాణము లేనప్పుడు రెండు మూలద్రవ్యముల సరళతమ యౌగికము ద్విపరమాణుకమన్న ఊహ నిరాక్షేపమే కాని, డాల్టన్ ఈ ఊహను కల్పనయని మరచి ప్రయోగము అడ్డుతగులుచున్నను తన సిద్ధాంతమునకు ముఖ్యాంగముగ స్వీకరించినట్లు అగుపడుచున్నది. అట్లుకాకున్న "గేలుసాక్ నియమము సత్యదూర" మని డాల్టన్ చేసిన ఆక్షేపమును ఇంకొకవిధముగా బోధపరుచుకొనుటకు అవకాశములేదు. గేలుసాక్ ప్రయోగసత్యమును నిరూపించుటతోనే తృప్తిచెందెను. ఈ సత్యమును పాటించి గేలుసాక్ సరళాయతన నిష్పత్తికిని, తన పరమాణుసిద్ధాంతమునకును మౌలికమగు 'రాసాయనిక' సంయోగమం దెప్పుడును పరమాణువుల పూర్ణసంఖ్యలే పాల్గొను' నను కల్పనకును కల సంబంధమును డాల్టన్ కనుగొన ప్రయత్నించి ఉండవచ్చును. కాని, డాల్టన్ అట్లు కావించక గేలుసాక్ నియమమును ఒప్పుకొనిన జలము, అమోనియా మొదలగు యౌగికములు ద్విపరమాణుకములని తను కల్పించిన ఊహ నిరర్థకమౌనను ఉపపత్తిని ఆధారముగాగొని, గేలుసాక్ నియమమందలి ప్రయోగసత్యమును నిరాకరించి ఊహ ప్రయోగసత్యము ననుసరించి తీరవలయునను శాస్త్రి సంప్రదాయము నతిలంఘించెను.

ఇట్లు పక్షపాతప్రేరితుడై తన సిద్ధాంతమందలి చిక్కులను చక్కపరచు దైవదత్తమగు పరమసాధనమును డాల్టన్ చేజేత వదలుకొనెను. ఇంతలో 1810 లో ఆవాగాడ్రో అను ఒక ఇటలీదేశపు భౌతికవిజ్ఞాని 'వస్తువుల (మూల) అణువుల సాపేక్షభారముల నిర్ణయించు విధానము' అను వ్యాసము నొకదానిని ప్రచురించెను. రాసాయనికశాస్త్రజ్ఞులు ఈ పత్రికను తొలుదొల్త అర్థముచేసికొనలేక అవజ్ఞత చూపినందులకై రాసాయనిక శాస్త్ర మొకఅర్ధ శతాబ్దము తికమకలు పడవలసివచ్చినది. ఇరువది పేజీలు పరిమితిగల ఈ వ్యాసము డాల్టన్‌పరమాణు వాదమును దోషరహితముగ దిద్ది, విపులీకరించినది. అందుచేతనే 'ఆవాగాడ్రో కల్పన' రాసాయనిక శాస్త్రమంతకును ఆధార స్తంభముగా విలసిల్లినది.

'సమానపరిస్థితులయందున్న వాయువుల సమాయతనములలో కణసంఖ్య సమాన' మని ఈ కల్పనకు మూలభూత ప్రమేయము. ఈ కణములకు 'అణువులు' (మోలిక్యూల్స్) అని ఆవాగాడ్రో పేరిడెను. ఈ కల్పనతో వాయువుల మూల అణువుల సాపేక్షభారములు సమానపరిస్థితులందు వాటి సాంద్రతలనిష్పత్తిలో నుండునను విషయము సులభముగా తెలియనగును. యౌగికముల కీ యూహ పట్టించినప్పుడు ఆక్షేపణ వచ్చుచున్నదని ఆవాగాడ్రో గ్రహించగలిగెను. ఉదాహరణమునకు జలముయొక్క ఆయతన సంఘట్టనమును పరిశీలింతము. వాయురూపమున ఉన్న

జలము యొక్క ఆయతనము సంయోగమునందు పాల్గొను ఆక్సిజన్ ఆయతనమునకు రెండింతలున్నది. అనగా, అణు పరిభాషలో ఒక ఆక్సిజన్ అణువునుండి రెండు సంయుక్త జలాణువు లుద్భవించినవి. ఒక ఆక్సిజన్ అణువు రెండు హైడ్రోజన్ అణువులమధ్య సమవిభక్తమైనగాని ఇది సంభవించదు. కుశాగ్రబుద్ధియగు డాల్టన్ ఈ చిక్కును, అవాగాడ్రోకు పూర్వమే గ్రహించెను. కాని, పరమాణువులు అవిభాజ్యములన్న తన సిద్ధాంతమునకు అడ్డు తగులుటచే దానిని సరకుగొనలేదు. ఈ చిక్కును విడదీయుటకు మూలద్రవ్యములగు వాయువుల అంతిమ కణములలో ఒక్కొక్కటే పరమాణువుండదనియు, అవి నిర్దిష్టసంఖ్యగల పరమాణుకూటములనియు అవాగాడ్రో సూచించెను; అనేకదృష్టాంతములచే ఈ సూచనను బలపరచెను. అందున ఒకదృష్టాంతము: సంయుక్తజలకణము, ఆక్సిజన్ యొక్క అర్ధకణము, హైడ్రోజన్ యొక్క ఒకకణముతో లేదా రెండు అర్ధకణములతో సంయోగించుటచే ఏర్పడును. డాల్టన్ మతప్రకారము కణము పరమాణువే అయినచో అర్ధకణాంగీకారము పరమాణువుల అవిభాజ్యతకు బాధకమనుట సుస్పష్టము. తనవివరణలో అవాగాడ్రో కణములకును, డాల్టన్ పరమాణువులకును భేదమును చెప్పకపోవుటచేత అవాగాడ్రో చిక్కులకు లోనైనాడు. పరమాణువులని మనము ప్రస్తుతము వ్యవహరించుచున్న తన 'ప్రత్యేకకణము' లకు ప్రత్యేకనామము కల్పించని పొరపాటు అవాగాడ్రో ఒనర్చెను. డాల్టన్ మూలకణములకు, సంయుక్త కణములకు కూడ పరమాణువు లను నామమునే వాడెను. అవాగాడ్రో కణము లన నెవ్వియో, పరమాణువు లన నెవ్వియో స్పష్టీకరించి యుండినచో ఈ ప్రమాదకరమగు అభిప్రాయ సాంకర్యము సంభవించియే యుండదు. సమకాలీనులగు విజ్ఞులలో ఎవరికిని ఈ చిన్నసవరణ స్ఫురించకపోవుట అత్యాశ్చర్యము. బహుశః డాల్టన్‌సిద్ధాంతమందలి ప్రామాణ్యదృష్టి వీరిని ఆ సిద్ధాంతమందలి దోషగ్రహణమున కసమర్థులుగా నొనర్చినది. కాని, అవాగాడ్రోకు అట్టి మొగమాటమేమియు లేదు. రెండు మూలద్రవ్యములు కలసి యౌగికము ఏర్పడినపుడు ఆ యౌగికము ద్విపరమాణుకమని డాల్టన్ స్వీకరించిన 'సారళ్య సూత్రము'ను అవాగాడ్రో సహేతుకముగ విమర్శించి ఈ సూత్రమును ఆధారముగాగొని డాల్టన్ గణించిన మూలద్రవ్యభారనిష్పత్తులు సరికావని నిరూపించెను. జాగ్రత్తగా గణించబడిన దృష్టాంతముల సహాయమున వాయురూపము ఉన్న మూలద్రవ్యాణువుల యొక్కగాని, యౌగికాణువుల యొక్కగాని అణుభారములు వాటి సాంద్రతల నిష్పత్తిలో నుండునని తెలిసినది. కనుక మూలద్రవ్యపరమాణువుల సాపేక్షభారములను యౌగికముల ఆయతన సంయోగనిష్పత్తిని కనుగొనుట వలన లెక్కించవచ్చునని అవాగాడ్రో అతివిశదముగా నిరూపించెను. ఉదాహరణమునకు: రెండు ఆయతనముల హైడ్రోజన్ ఒక ఆక్సిజన్ ఆయతనముతో సంయోగించి, రెండు ఆయతనముల బాష్పముగా మారును. అవాగాడ్రో కల్పనను ఈ సంయోగమునకు పట్టించిన, రెండు హైడ్రోజన్ అర్ధాణువులు ఒక ఆక్సిజన్ అర్ధాణువుతో సంయోగించి ఒక సమగ్రజలాణువు ఏర్పడును.

1 అణువు ఆక్సిజన్ + 2 అణువులు హైడ్రోజన్ = 2 జలాణువులు

దీనినిబట్టి ఒక జలాణువులో ఒక అర్ధాణువు ఆక్సిజన్ ఉండవలెను. అవాగాడ్రో అణువని పేరిడిన కణము డాల్టన్ నిర్వచించిన పరమాణువే అయినపక్షమున, పరమాణువులు అవిభాజ్యములు అను డాల్టన్ అభిప్రాయమునకు ఈ ప్రయోగము వ్యతిరేకముగా నున్నది.

భారనిష్పత్తులు పరీక్షించిన ఒక భాగము హైడ్రోజన్ 8 భాగములు ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి జలమేర్పడును. అందుచే ఆక్సిజన్ యొక్క 'మూలద్రవ్యకణము' హైడ్రోజన్ 'మూలద్రవ్యకణము' కన్న పదహారురెట్లు బరువని తేలుచున్నది. అనగా, హైడ్రోజన్ పరమాణు భారము ఒకటి అని తీసికొన్నచో ఆక్సిజన్ పరమాణు భారము 16 అని సిద్ధించును.

కనుక మూలద్రవ్యపరమాణువుల సాపేక్షభారములను, డాల్టన్ యొక్క స్వచ్ఛందకల్పనల ఆవశ్యకత లేకుండగనే నిర్ణయించుసాధనము శాస్త్రలోకమునకు లభించినది. ఇది నిజముగా అవాగాడ్రో యొక్క మహానిర్వాహము. అవాగాడ్రోకల్పన డాల్టన్‌పరమాణు సిద్ధాంతమును ఉద్ధరించినది. ఈ కల్పనయందున్న ముఖ్యప్రమేయములను క్రిందివిధముగా సంక్షేపించవచ్చును:

1. డాల్టన్ మతానుసారము రాసాయనిక సంయోగము పరమాణువులమధ్య జరిగినను పరమాణువులకు ముఖ్యముగా సాధారణ వాయువులలో స్వేచ్ఛాస్థితి లేదు;
2. స్వేచ్ఛాస్థితిలోనుండు కణములు, పరమాణు సముదాయము లగు అణువులు;
3. ఒక అణువు కనీసము రెండు పరమాణువుల కూటము అయి ఉండవలయునను ఊహ, వాయువులు రాసాయనికముగా సంయోగించినప్పు డెప్పుడును ఫలద్రవ్యము రెండు ఆయతనముల నాక్రమించియుండునను ప్రయోగానుభవము నుండి సూచితమైనది;
4. సమానతాపక్రమ, ప్రేషపరిస్థితులలో సమానాయతనము లగు వాయువులలో అణుసంఖ్య సమానము;

5. ఈ పై కల్పననుండి సమాన పరిస్థితులలో వాయువుల సాంద్రతలు వాటి అణుభారముల నిష్పత్తిలో నుండునని చూపవచ్చును. ఈ కల్పన నుపయోగించి వాయుస్థితిలో అణువుల సాపేక్షభారములను నిర్ణయించవచ్చును. ఈ అణుభార నిర్ణయము పరమాణుభార నిర్ణయమునకు మొదటి మెట్టు.

అందుచే అవాగాడ్రో కల్పన రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఆధారస్తంభము. ఇట్టి మహత్తరమైన సిద్ధాంతమైనను అవాగాడ్రో సమకాలీనులైన రాసాయనికులు దాని నంగీకరించలేదు. ఈ అనంగీకారమునకు అనేక కారణములున్నవి. అందు మొదటిది: తన కల్పనయందు తనకున్న విశ్వాసాతిశయముచే ద్రవస్థితికిని, ఘనస్థితికిని ఈ కల్పనను పట్టించి అవాగాడ్రో శాస్త్రవేత్తల అపహాసములకు లోనైనాడు. రెండవ కారణము: డాల్టన్ పెట్టిన వరవడి ననుసరించి రాసాయనిక లోకము పరమాణుభారనిర్ణయమునకై చూపిన ఆదరము, అవాగాడ్రో అణుభారనిర్ణయమునకు చూపలేదు. మూడవకారణము: 1826-36 సంవత్సరముల మధ్య జీన్ బాప్టిస్ట్ ఆండ్రీ డ్యూమా అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు అవాగాడ్రో కల్పన పరమాణుభారనిర్ణయమునకు ప్రధానమని గుర్తెరింగి, అణుభారమును ప్రాయోగికముగా నిర్ణయించుటకు ఉపకరణము నొకదానిని సృజించెను. ఈ ఉపకరణముతో అతడు గంధకము, భాస్వరము, పాషాణము, అయిడీన్, పాదరసము అణుభారములను మొదట కనుగొనెను. పిమ్మట ఈ అణుభారములనుండి పరమాణుభారములను లెక్కించుటలో ఈ మూలద్రవ్యముల అణువులన్నియు ద్విపరమాణుకములన్న అభిప్రాయమునకు వచ్చెను. ఆ అభిప్రాయానుసారముగా, ఈ మూలద్రవ్యముల పరమాణుభారములు వాటి అణుభారనిష్పత్తిలో ఉండునని ఊహించెను. ఈ ఊహను ఆధారముగా చేసికొని డ్యూమా నిర్ణయించిన పరమాణుభారములలో ఒక్క అయిడీన్‌ని గురించినది తప్ప తక్కిన నాల్గింటి అనగా, గంధకము, భాస్వరము, పాషాణము, రసముల పరమాణుభారములు, వీటికి నాటి రాసాయనిక లోకనియంత అనదగు జ్ఞాననిధియైన బర్జీలియస్‌చే లభ్యమైన పరమాణుభారములుకన్న వేరుగానున్నవి. అందుచే డ్యూమా పరిశోధనల ఫలమును బర్జీలియస్ తీవ్రముగా విమర్శించి ఖండించెను. అవాగాడ్రో కల్పన 35 సంవత్సరములు అజ్ఞాతవాస మొనర్చినతరువాత దానిని పునరుద్ధరించుటకు డ్యూమా చేసినప్రయత్నము విఫలమైనది. నాల్గవది అతిముఖ్యమైన కారణము. వాయువుల అణువులు ద్విపరమాణుకములను ఊహకు అవాగాడ్రోకల్పన ఎట్లు తావిచ్చినదో చూపియుంటిమి. వాయువుల అణువులు సంయుక్తములను ఉపపాదనను బర్జీలియస్ ఒప్పుకొనలేదు. బర్జీలియస్ ప్రసిద్ధ రాసాయనికుడు. ఆయనమాటలయందు ఆనాటి రాసాయనికులకు అమితమైన ప్రామాణ్యబుద్ధి యుండెడిది. ఈతని విద్యుత్ ద్వైతవాదము ప్రకారము రెండు పరమాణువులు విరుద్ధ విద్యుత్‌స్వభావములు కలిగియుండిన కాని రాసాయనికముగా సంయోగించవు. ఒకే జాతిపరమాణువులలో అట్టి విరుద్ధస్వభావము లుండవు అందుచే అణువు ద్విపరమాణుకము కానేరదు. బర్జీలియస్ అంతటివాని నిరసనకుగురియైన అవాగాడ్రో సిద్ధాంతము మరి శాస్త్రలోకమునవిలువలేదు.

అవాగాడ్రో సిద్ధాంతము మరల శాస్త్రలోకమును ప్రవేశించుటకు కారణభూతులు ప్రత్యక్షముగా కాకపోయినను, మొదట అడ్డుతగిలిన బర్జీలియస్; దానిని వ్యక్తముగా పునరుద్ధరించినది కానిజారో. బర్జీలియస్ స్వీడన్ దేశస్థుడును; స్వతంత్రకృషివలన రాసాయనిక శాస్త్రమందు ప్రయోగమందు అపారమైన పాండిత్యమును సంపాదించి, రాసాయనికలోకమందు ప్రామాణికపదవిని స్వీకరించిన మహామేధావి. డాల్టన్ సిద్ధాంతమునకు నిర్దుష్ట ప్రయోగాధారమును చేకూర్చుట ఈయన జీవితకార్యముగా చేకొని ముందు పరిమాణాత్మక రాసాయనిక నియమములను సమగ్రముగా ప్రయోగములచే సమర్థించెను. ఈ సందర్భములో ఈయన 4000 యౌగికముల సాధన, శోధనలయందు 20 సంవత్సరముల కాలము నిమగ్నుడయ్యెను. ఈ పరిశోధనలఫలితముగా 40 మూలద్రవ్యముల పరమాణుభారములను సర్వతోముఖమగు విమర్శకు గురిచేసి నిరాక్షేపముగా నిర్ణయించకలిగెను. పరమాణు భారనిర్ణయమందు ఈయన నెలకొల్పిన పద్ధతులు, తక్కినవారలకు ఆదర్శములు. ఈయన పరిశోధనఫలితములు ఈ క్షేత్రమందలి తక్కినవారి పరిశ్రమకు గీటురాయి. ఇట్టి ప్రతిభావంతుని ప్రతిఘటనమునకు మొదట గురియైనను, ఈయన పరమాణుభార నిర్ణయఫలితములు పరంపరగా అవాగాడ్రో సిద్ధాంత పునస్స్వీకారమునకు తోడుపడినవి.

బర్జీలియస్ పరమాణుభారనిర్ణయములు: పరమాణుభారనిర్ణయమునందు బర్జీలియస్ ఉపయోగించిన పద్ధతులు నాలుగు:

1. గేలుసాక్ నియమము నుపయోగించిన పద్ధతి;
2. రాసాయనిక సాదృశ్య పద్ధతి;
3. డ్యూలాంగ్ - పెటి విశిష్టోష్ణతా పద్ధతి;
4. స్ఫటిక సమరచనా పద్ధతి.

అవాగాడ్రో కల్పనయందలి ప్రస్తుతరాసాయనికుల విశ్వాసమునకు ముఖ్యకారణము పైనిచెప్పిన కల్పన

నుండి లెక్కించబడిన పరమాణుభారములకును ఇతర పద్ధతులనుండి లెక్కించబడిన పరమాణుభారములకును గల సంవాదము.

అవాగాడ్రో సిద్ధాంతమును ప్రత్యక్షముగా పునరుద్ధరించినవాడు స్టానిస్లావ్ కానిజారో (1826-1910) అను ఇటలీదేశపు విజ్ఞాని. ఈయన ఇటలీయందలి పాలెర్మో విశ్వవిద్యాలయమందు రాసాయనిక ఆచార్యుడుగా తన శిష్యులకు రాసాయనికశాస్త్ర మూలసంప్రదాయములను కరపు సందర్భమున 'రాసాయనికశాస్త్ర తత్త్వోపన్యాసక్రమము' అను పేరిట ఒక చిన్న గ్రంథమును ప్రకటించినాడు. అవాగాడ్రో కల్పన మూలద్రవ్యముల పరమాణుభార నిర్ణయమునకు ఎట్లు సహాయపడునో దానిని సూచించుట ఈ గ్రంథపు ముఖ్యప్రతిపాద్యాంశము.

కానిజారో శాస్త్రరంగమును ప్రవేశించు (1858) నాటికి అసంఖ్యాకములైన కార్బన్ యౌగికములు వెలువడినవి. బాష్పశీలములైన ఈ యౌగికములు అవాగాడ్రో సిద్ధాంతమును పోషించుటకు తగిన అవకాశమిచ్చినవి. ఈ అవకాశమును వినియోగించియు బర్జీలియస్ పరిశోధనలతో పరిచయమును సంపాదించియు కానిజారో అవాగాడ్రో సిద్ధాంత మెట్లు పరమాణుభారముల నిర్ణయమునకు ఆధారమగుచున్నదో నిరూపించి, అంతవరకు అణువులు, పరమాణువులు, తుల్యభారములను పదములగురించి వ్యవహారములోనున్న భావసంక్షోభమును తొలగించెను.

రాసాయనికశాస్త్రమునకెల్ల రెండు ముఖ్యమైనభావములు కలవు: పరమాణుభావము, అణుభావము. పరమాణువన ఏదియో డాల్టన్ పరిశ్రమవలన విదితమైనది. అణుభావమును రాసాయనికశాస్త్రములో ప్రవేశపెట్టినవాడు అవాగాడ్రో. కాని, ఇదివరకు చెప్పినట్లు పరమాణువునకు, అణువునకు మధ్యనున్న సంబంధమును స్పష్టముగా అవాగాడ్రో వివరించలేకపోయెను. అందుచేతనే అవాగాడ్రో సిద్ధాంతము వెంటనే రాసాయనికుల ఆమోదమును పడయలేదు. ఒక అర్ధశతాబ్దము మరుగువడియుండి కొనకు కానిజారో కృషిఫలితముగా అవాగాడ్రో సిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు మౌలిక సిద్ధాంతమైనది. అవాగాడ్రో సిద్ధాంతము విషయమై కానిజారో చేసిన నిర్వాహము లోదర్ మేయర్ అను జర్మనీదేశపు విశ్రుత రాసాయనికుని మెప్పు వడసినది. 1858 లో రాసాయనిక పరిభాషా పదములలో చేరిన సంక్షోభమును తొలగించుటకు రాసాయనికులందరు వియన్నానగర సమీపమున కార్ల్స్రూహ అను పట్టణములో ఒకసభ జరిపిరి. ఆ సభకు యూరప్ ఖండములో నున్న ప్రముఖరాసాయనికులందరు విచ్చేసిరి. ఆ సభకు డ్యూమా అధ్యక్ష పదవిని స్వీకరించెను. సభోద్దేశము కొనకు కొనసాగలేదు ; కాని, సభలో కానిజారో పత్రిక నొకదానిని అక్కడ సమావేశమైన రాసాయనికులకు పంచిపెట్టెను. ఆ పత్రిక మన కిదివరకు తెలిసిన 'ఉపన్యాసక్రమమే.'

లోదర్ మేయర్ తక్క తక్కిన రాసాయనికులు ఆ పత్రికను విప్పి చదువనైనలేదు. దానిని ఆమూలాగ్రముగ చదివి తన దృష్టిని ఇదివరకు ఆవరించియున్న పొరలు పోయి సత్యప్రకాశ మబ్బిన దని చెప్పినాడు. లోదర్ మేయర్ ఉక్తి అతిశయోక్తి కాదు. పరమాణువు, అణువు అను రాసాయనిక భావముల, సూక్ష్మార్థమును కానిజారో ముందు రాసాయనికలోకము గుర్తించలేదు.

కానిజారో పత్రమందలి ముఖ్యాంశము అవాగాడ్రో కల్పనను వాడుకచేసి, మూలద్రవ్యములయొక్క అసందిగ్ధ పరమాణుభారములను లెక్కించుట. కానిజారో పద్ధతిని శాస్త్రలోక మవలంబించిన తరువాత, పరమాణుభారములకు యథార్థ మూల్యములు లభించినవి. ఈ మూలభావము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు అతి ముఖ్యమగు ఆవృత్తక్రమ నిర్మాణమునకు దారితీసినది.

యథార్థమగు పరమాణు భారములు లభించిన తోడనే రాసాయనిక లోకములో అతి ప్రాచీనకాలమునుండి ప్రచారములో నున్న సామాన్యాభిప్రాయ మొకటి మరల క్రొత్తగా రేకెత్త ప్రారంభించినది. మన కగపడు ద్రవ్యజాలమంతయు ఏదో ఒక ఆది ద్రవ్యము నుండియే ఉద్భవించిన దను ఊహ. ఈ ఊహ నానాత్వమందు ఐక్యాన్వేషణ అనదగు ప్రాచీనతత్త్వ వేత్తల సిద్ధాంత దృష్టికి చెందినది. రాసాయనికయుగములో ద్రవ్యసామాన్య జ్ఞానము మూలద్రవ్యజ్ఞానముగా పరిష్కృతమైన తరువాత అది మూలద్రవ్యము లన్నిటికిని జనకమగు ఒక ద్రవ్యముండవలయు నన్న అభిప్రాయముగా మారినది. ఆ జనక ద్రవ్యము హైడ్రోజన్ అయి ఉండవచ్చునని కూడ ఒక విజ్ఞుడు 1815 లో తన నామమును వెల్లడి చేయకుండ సూచించినాడు. ఈ సూచన 19 వ శతాబ్దపు రాసాయనికుల మనములను అత్యంతముగా ఆకర్షించినది. రాసాయనికుల సంకేతము ననుసరించి హైడ్రోజన్ పరమాణు భారము ఏకాంకము (ఒక యూనిట్). తక్కిన మూలద్రవ్య పరమాణు భారములలో అధికసంఖ్య పూర్ణాంకములు అందుచే హైడ్రోజన్ మూలద్రవ్యములన్నిటికిని జనక ద్రవ్యమను ఊహ అసంగతము కాదు. కొన్ని సూక్ష్మముగా నిర్ణీతమైన పరమాణు భారములు భిన్నాంకములే అని నిర్ధారితమైన తరువాత ఈ ఊహ తన ప్రాముఖ్యమును కోలుపోయినది. కాని, మూల

ద్రవ్యములమధ్య నేదో యొక జననసంబంధ ముండవలయునను భావము రాసాయనికులలో బొత్తిగా నశించలేదు. మొట్టమొదట మూలద్రవ్యములు కొన్ని కుటుంబముల క్రింద విభజించ వచ్చునని తెలిసినది. ఉదాహరణమునకు - హేలోజన్ కుటుంబము, గంధక కుటుంబము మొదలైనవి. ఈ జననసంబంధాన్వేషణకై జరిగిన ప్రయత్నములు కాలక్రమముగా విస్తృతములై కొనకు లోథర్ మేయర్, మెండెలేయఫ్ చేతులలో మూలద్రవ్యము లన్నిటికిని సంబంధించిన ఒక విచిత్ర క్రమముగా పరిణమించినది. దీనికే 'మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమ'మని పేరు.

ములో కొన్నికొన్ని మూలద్రవ్యములు ఆవర్తములుగా అమర్చి యున్నట్లగుపడును. ఆవర్తక్రమములో సంపూర్ణావర్తములు ఆరున్నవి. ఏడవ ఆవర్తము సంపూర్తిని పొందలేదు.

ఈ క్రింద చూపిన పట్టికలో, మొదటిరెండు శ్రేణులు హ్రస్వావర్తములు అనగా 8 మూలద్రవ్యములు కలవి. తరువాతవి రెండును మధ్యమావర్తములు, అనగా 18 గలవి. తక్కినది ఒక దీర్ఘావర్తము, ఇందు 32 ఉన్నవి. చివరిది అసంపూర్ణావర్తము అని స్పష్టము.

ఈ ఆవర్తక్రమము మూలద్రవ్యముల పరమాణు భార

<table>
<tr><th>Series</th><th colspan="2">Group I</th><th colspan="2">Group II</th><th colspan="2">Group III</th><th colspan="2">Group IV</th><th colspan="2">Group V</th><th colspan="2">Group VI</th><th colspan="2">Group VII</th><th>Group VIII</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">H<br>1·0</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">Li<br>6·9</td><td colspan="2">Be<br>9·0</td><td colspan="2">B<br>10·8</td><td colspan="2">C<br>12·0</td><td colspan="2">N<br>14·0</td><td colspan="2">O<br>16·0</td><td colspan="2">F<br>19·0</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">Na<br>23·0</td><td colspan="2">Mg<br>24·3</td><td colspan="2">Al<br>27·0</td><td colspan="2">Si<br>28·1</td><td colspan="2">P<br>31·0</td><td colspan="2">S<br>32·1</td><td colspan="2">Cl<br>35·5</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>K<br>39·1</td><td></td><td>Ca<br>40·1</td><td></td><td>Sc<br>45·1</td><td></td><td>Ti<br>47·9</td><td></td><td>V<br>51·0</td><td></td><td>Cr<br>52·0</td><td></td><td>Mn<br>54·9</td><td></td><td rowspan="2">Fe Co Ni<br>55·8 55·9 58·7</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>Cu<br>63·6</td><td></td><td>Zn<br>65·4</td><td></td><td>Ga<br>69·7</td><td></td><td>Ge<br>72·6</td><td></td><td>As<br>74·9</td><td></td><td>Se<br>79·0</td><td></td><td>Br<br>79·9</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Rb<br>85·5</td><td></td><td>Sr<br>87·6</td><td></td><td>Yt<br>88·9</td><td></td><td>Zr<br>91·2</td><td></td><td>Nb<br>92·9</td><td></td><td>Mo<br>96·0</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">Ru Rh Pd<br>101.7 102·9 106·7</td></tr>
<tr><td>7</td><td></td><td>Ag<br>107·9</td><td></td><td>Cd<br>112·4</td><td></td><td>In<br>114·8</td><td></td><td>Sn<br>118·7</td><td></td><td>Sb<br>121·8</td><td></td><td>Te<br>127·6</td><td></td><td>I<br>126·9</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Cs<br>132·9</td><td></td><td>Ba<br>137·4</td><td></td><td>La<br>138·9</td><td></td><td>Ce<br>140·1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

మెండెలేయఫ్ ఆవర్తక్రమ పట్టిక

మూల ద్రవ్యములను పరమాణుభారవృద్ధి క్రమములో అమర్చిన ఒక అద్భుతవిషయము బైటపడినది. ఆక్రమములో అచ్చటచ్చట సదృశగుణములు గల మూలద్రవ్యములు పర్యాయముగా కనపడును. ఉదా: లిథియమ్‌నకు ఎనిమిదవ మూలద్రవ్యము సోడియమ్; సోడియమ్‌నకు ఎనిమిదవది పొటాసియమ్ కూడ లిథియమ్ వంటిదే. కాని, ఇంకొక సదృశమగు మూలద్రవ్యము రూబిడియమ్ వచ్చుసరికి పొటాసియమ్‌నుండి 18 స్థానములు దాట వలసివచ్చినది. తరువాత సదృశమగునది మరల 18 స్థానములు దాటిన తరువాత కననగు సీజియమ్. తరువాత 32 స్థానములు దాటిన తరువాతగాని ఇంకొక సదృశమగు మూలద్రవ్యము తటస్థించదు. ఇట్లు లభ్యమగు క్రమములను నిర్ణయించుటకు ఉపకరించినది. మెండెలేయఫ్ ఈ పట్టిక నిర్మించునాటికి ఇప్పటికి తెలిసినన్ని మూలద్రవ్యములు కనుగొనబడలేదు. అయినను పట్టికలోని కాళీస్థలములనుబట్టి మూడు మూలద్రవ్యములు నిర్దిష్టస్థలములలో నుండవలెనని మెండెలేయఫ్ సూచించెను. ఆ సూచన ప్రకారము తరువాత శాస్త్రజ్ఞులు ఈ మూడింటిని కనుగొని వాటికి గాలియమ్, స్కాండియమ్, జర్మేనియమ్ అను పేర్లను పెట్టిరి.

డాల్టన్ పరమాణువాదమును వెల్లడిచేసిన మరి డెబ్బది సంవత్సరములకు ఆవర్తక్రమము బయలుదేరినది. డాల్టన్ నెలకొల్పిన పరమాణుభారము అవొగాడ్రో సూచించిన అణుభావములో ప్రయోగ సంపూర్తిని పడసినది. రాసా

యనికుని ద్రవ్యసిద్ధాంత నిర్మాణపథములో పరమాణు భావము మొదటిమజిలీ. అణువులు పరమాణువుల కూటములను అణుభావము రెండవమజిలీ. కాని, ప్రయోగ శాలయందు అణుభారనిర్ణయము పరమాణుభారనిర్ణయ మునకు మొదటిమెట్టు. మౌలికములగు పరమాణుభార ములను క్రమబద్ధముగా నొనర్చి వాటిజన్యసంబంధములను వెల్లడిచేయు ఆవర్తక్రమము రాసాయనికశాస్త్ర వికా సములో మూడవ మెట్టు. ఈ ఆవర్తక్రమమున రాసా యనికుని ప్రతిమూలద్రవ్యమునకును దాని స్వభావాను గుణమగు స్థానము కలదు. ఇంకొక విధమున చెప్పవలె ననిన ఆవర్తక్రమమున దాని స్థానమునుబట్టి ప్రతిమూల ద్రవ్యపు రాసాయనిక ధర్మములను సమగ్రముగా తెలిసి కొనవచ్చును. అట్టి మహత్తరమైన మూలద్రవ్య క్రమ మును సృష్టించగలుగుట రాసాయనికునికి ఆత్మాభినందన విషయము.

## భౌతిక రాసాయనిక విజ్ఞానము

రాసాయనిక ప్రతిక్రియ స్వభావమును, రాసాయనిక సంఘటనలపై భౌతిక పరిస్థితులకు గల ప్రభావమును పరీక్షించు శాస్త్ర శాఖను భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమన వచ్చును. ఇది చాల విస్తృతమైన విజ్ఞానశాఖ. ఇది తక్కిన రాసాయనికశాస్త్ర విభాగములతో సంబంధము కలది. వాస్తవికముగ నిది తక్కిన రాసాయనిక శాస్త్ర ప్రకరణముల వ్యాపించియుండును. ఈ శాఖయం దిమిడి యున్న భాగములు, పూర్వము సాధారణ రాసాయనిక శాస్త్రమం దంతర్భూతములుగా పరిగణించబడు చుండెడివి. 19 వ శతాబ్దపు చివర పదిహేనేండ్లలో భౌతిక రాసా యనిక శాస్త్రజ్ఞాన మపరిమితమైన వృద్ధినందుకొని యుండుటచే దీనికి ప్రత్యేక విచార మవసరమైనది.

వాయువుల, ద్రవముల, ఘనముల ప్రవర్తనను నియం త్రించు నియమములే గాక ఇందు చాల విశిష్ట విషయములు పరీక్షించబడును. ద్రావణ స్వభావము, ప్రక్రియా వేగము, రాసాయనిక సమతోలన స్థితులు, విద్యుద్రసాయన శాస్త్రము, రాసాయనిక ప్రేరణ, కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము, రాసాయనిక స్ఫటిక శాస్త్రము, తాపరాసా యనిక శాస్త్రము, కొల్లాయిడ్ రాసాయనిక శాస్త్రము, రాసాయనిక ద్రవ్యముల కాంతి ప్రవర్తన - అనగా వర్ణమాలోత్పాదన, కాంతి ధ్రువీకరణ సామర్థ్యము, రేడియోధార్మికత, అణు రచన, నవీనపరమాణు సిద్ధాం తము - ఈ విషయములన్నియు భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర విచారస్థానములే.

భౌతిక నియమములు అనేక రాసాయనిక సంఘటనల వివరణకు, రాసాయనిక నియమములు భౌతిక సంఘటనల వివరణకు మిక్కిలి ఉపకారములను విషయము 19 వ శతాబ్దపు ప్రథమభాగమునందే తెలిసినది. కాని భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రముల మధ్య సన్నిహిత సంబంధము యొక్క మహత్త్వము స్పష్టముగా గుర్తించబడలేదు. 1808 లో గేలుసాక్ ప్రకటించిన వాయువుల రాసాయనిక సంయోగ నియమము, దాని వెంటనే అవాగాడ్రో ఆవిష్క రించిన వాయురచనను గురించిన కల్పన - ఈ రెండును భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర పురోగతికి చాల దోహద మొసంగినవి. వాల్టర్ నెర్న్స్ట్ అను జర్మను భౌతిక రాసా యనిక శాస్త్రజ్ఞుడు తన భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర ప్రకరణ గ్రంథమునకు అవాగాడ్రో కల్పనను ఆధార సూత్రముగా నొనరించెనను. భూతార్థము ఈ కల్పనా మహ త్త్వమును మనకు ప్రకటించుచున్నది. డ్యూలాంగ్, పెటీ 1819 లో ప్రకటించిన మూలద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణతా నియమము, మిచర్లిక్ చే ఆవిష్కరింపబడిన స్ఫటిక సమ రూపతానియమము, టామస్ గ్రేయమ్ (1805-69) చే ప్రతి ష్ఠితమైన వాయుప్రసార నియమము, భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములమధ్యగల సన్నిహిత సంబంధమును మరింత బలపరచినవి. ద్రవముల, ద్రావణముల ప్రవర్తనకు గ్రేయమ్ తన వాయుప్రసార నియమమును విస్తరింప జేసిన సందర్భము, తరువాత కొల్లాయిడ్ రాసాయనిక శాస్త్రశాఖను నెలకొల్పుటకు మూలమైన స్ఫటిక, కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యముల పరస్పర విలక్షణత్వమును గుర్తిం చుటకు దారితీసినది.

ఈ కాలఖండమందే అభిసరణమని పేరుంచబడిన, అర్ధ ప్రవేశకత్వచముల గుండ ద్రవముల ప్రసారము విచారవిష యము గావించబడినది. ద్రవప్రసరణ ధర్మములను గురించి ప్ఫెఫర్ అను డచ్ పరిశోధకుడు ఆవిష్కరించిన భూతార్థ ములు, ఫాన్ట్‌హాఫ్ అను బెల్జియమ్ శాస్త్రజ్ఞుని విలీన ద్రావణ సిద్ధాంతమునకు మూలముగా ఆచరించినవి. ఫాన్ట్‌హాఫ్ సిద్ధాంతప్రకారము ఒక ద్రావణములో విలీన మైన ద్రావ్యము, అది దాని బాష్పరూపములో ద్రావణము యొక్క ఆయతన, తాపక్రమ పరిస్థితులలో ఎంతవాయు ప్రేషమును ప్రదర్శించునో, అంతే అభిసరణప్రేషము (చూ. ద్రవాభిసరణ ప్రేషము; ద్రావణములు II) ను ద్రావణమందిది చూపును. అనగా ఫాన్ట్‌హాఫ్ దృష్టిలో ద్రావ్యము ద్రావణమందు వాయుస్థితిని స్వీకరించినది. తన ద్రావణ సిద్ధాంతమును ఉపయోగించి ఫాన్ట్‌హాఫ్ విలీనద్రావణముల భౌతికధర్మములగు అభిసరణ ప్రేషము,

క్వథనాంకోన్నతి, హిమాంక నిమ్నము, బాష్పప్రేషన్యూనత వీటి అన్నిటికిని సామాన్యమగు వివరణను సాధించగలిగెను. ఆ సామాన్య ధర్మము ద్రావణమందుండు అణు సంఖ్య. ఒక ద్రావణము యొక్క భౌతికధర్మము లన్నియు అనుస్యూత (పరస్పరసంబద్ధ) ధర్మములు. అనగా అవన్నియు ద్రావణమందున్న అణు సంఖ్యపై ఆధారపడి ఉండును (చూ. ద్రావణములు II).

ఫాన్ట్‌హాఫ్ ద్రావణ సిద్ధాంత ప్రకటన కాలమునుండి భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రము అమిత వేగముతో అభివృద్ధి నొంద ప్రారంభించినది. దానితో దాని విస్తృతి, దాని విషయ క్లిష్టతకూడ అతిశయింప జొచ్చినవి. జలద్రావణ ధర్మానుశీలనయందు విలీనద్రావణములకు అన్వయించు ఫాన్ట్‌హాఫ్ సిద్ధాంతము కొన్ని ద్రావణములకు అన్వయించలేదన్న భూతార్థము వెలువడినది. సాంద్రద్రావణములు ఒకవైపు - ఆమ్లముల, క్షారముల లవణముల ద్రావములింకొకవైపు ఫాన్ట్‌హాఫ్ సిద్ధాంతముతో విసంవదించు ప్రవర్తనను చూపుచున్నవని తెలిసినది. ఇందు సాంద్ర ద్రావణముల విసంవాదము నేటికిని సంశయరహితముగ వివరించబడలేదు. ఆమ్లములు మొదలగు ద్రావణముల ప్రవర్తన సిద్ధాంతముతో సంవదించక పోవుటకు హేతువును ఆరేనియుస్ (స్వీడన్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు) ఫాన్ట్‌హాఫ్ సమకాలికుడు వాటి సిద్ధాంతచ్యుతిని, వాటి విద్యుద్వాహక ధర్మముతో ముడిపెట్టి, అట్టి ద్రావణములయందు ద్రావ్యాణువులు కొద్దిగనో, గొప్పగనో అయన్‌ల (విద్యుదావిష్ట అణుఘటకముల) క్రింద విడిపోవునని సప్రయోగముగ నిరూపించి తన ప్రసిద్ధ అయిన్ విశ్లేషణ సిద్ధాంతమును స్థాపించి వివరించెను.

రాసాయనిక శాస్త్రమందు చాలప్రాచీనకాలమందే విచారపదము గావించబడిన విషయము, రాసాయనికముగా సంయోగించు రెండుగాని, మూడుగాని ద్రవ్యములమధ్యనుండు సంయోగోన్ముఖత. దీనికి చాలకాలము క్రిందనే 'మైత్రి'అను పేరు వచ్చినది. ద్రవ్యములను రాసాయనిక సంయోగమునకు ప్రేరించు ఈ శక్తియొక్క స్వభావమును ఆవిష్కరించుటకు చేయబడిన తొలిప్రయత్నము లన్నియు నియత రాసాయనిక ప్రక్రియలయందు ఆవిర్భవించు మైత్రియొక్క స్వభావమును నిర్దేశించుటయందు కడచినవి. ఆ మైత్రి ద్రవ్యరాశుల మధ్య కన్పట్టు గురుత్వాకర్షణమువంటి అనిర్దేశ్యశక్తి యని న్యూటన్ అభిప్రాయము.

18 వ శతాబ్దములో మైత్రిని గురించి చేయబడిన పరిశోధనలలో టార్‌బర్న్ బెర్క్‌మాన్ (1735-84), ప్రక్రియను నియంత్రించు భౌతిక పరిస్థితులు (తాపక్రమము వంటివి) మారని పక్షమున ఒక ప్రక్రియయందు గోచరించు రాసాయనిక మైత్రియొక్క మహత్త్వము మారదను నిష్కర్షను వెలిబుచ్చెను. అనగా కారణ, ఫలద్రవముల సాపేక్షరాశులకు ప్రక్రియ యొక్క గతిపై అనగా నియత కాలావధిలో ఉత్పాద్యమగు ఫలద్రవ్యరాశిపై లేశమాత్రమును ప్రభావము లేదని ఈ శతాబ్దాంతమందు మనిన బెర్టోలే అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు బెర్‌్యమాన్ అభిప్రాయమును ఖండించుచు, ఏ రాసాయనిక ప్రక్రియయందైనను ఉత్పాద్యమగు ఫలద్రవ్యము రెండు అంశముల గుణిజ ఫలమని సప్రయోగముగ నిరూపించెను. మైత్రి, కారణ ద్రవ్యసాంద్రత యనునవియే ఈ అంశములు తన ఈ సిద్ధాంత దృష్టితో బెర్టోలే రాసాయనిక స్థిరనిష్పత్తి నియమమును త్రోసి పుచ్చుటచే, ఈతని సిద్ధాంతము విజ్ఞామోదమును పడయలేదు. తరువాత ఎస్టర్‌ల ధర్మముపై విలియమ్‌సన్ గావించిన పరిశోధనను విల్‌హెల్మ్‌ప్రభృతులు రాసాయనిక ప్రక్రియల గతి వేగమును గురించిన పరిశోధనను ఆధారముగాగొని గుల్డ్‌బర్గ్, వాగే అను ఇద్దరు నార్వేశాస్త్రజ్ఞులు రాసాయనిక ప్రక్రియా గతిపై అందుపాల్గొను ద్రవ్యముల సాంద్రతకున్న ప్రభావమును గుర్తించి, దాని పరిమాణాత్మముగ నిరూపించిరి.

కాని పై చెప్పిన పరిశోధనలు మైత్రియొక్క గతి ధర్మమునే వివరించినవి గాని, మైత్రికి మానమేదియైన కలదా యను ప్రశ్నకు సమాధానమీయలేకపోయినవి. ఇంతలో రాసాయనిక మైత్రి విమర్శకు ఇంకొక సాధనము వెలువడినది. ఆ సాధనము తాపరాసాయనికశాస్త్రము. అనగా రాసాయనికపు మార్పు జరుగునపుడు జనించు తాపముయొక్క విమర్శ. రాసాయనికపు మార్పులందు వేడిమిబహిర్గతమగుటయో లేదా గ్రహించబడుటయో సంభవించునను విషయమును ఆధారముగాగొని 1840లో హెస్ కనుగొనిన నియమము ఈ శాస్త్ర భాగమునకు మౌలికము. ఒక రాసాయనికపు మార్పు ఎన్నివిధముల సంభవించినను తత్ఫలితమగు తాపపరిమాణ మొక్కటిగానే ఉండును. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము 1850-60 మధ్య జూలియస్ తామ్సన్, బెర్టోలేల కృషి ఫలితముగ విస్తరించినది.

పరస్పరము రాసాయనిక మైత్రి మిక్కుటముగానున్న ద్రవ్యములు సంయోగించునపుడు ఎక్కువ వేడిమి బహిర్గతమగునని తామ్సన్, బెర్టోలే శోధనలవలన తేలినది. స్వతః ప్రేరితముగా జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియలలో బహిర్గతమగు ఉష్ణతాగరిమ ఆ ద్రవ్యముల పరస్పర రాసాయనిక మైత్రికి సమానమగునను భ్రమకు వీరు లోనైరి. ఈ అను

మానము నిజముకాదని రుజువు చేయుటకు కొన్ని స్వతః ప్రేరితములగు ప్రక్రియలయందు తాపము విచూషితమగు నను విషయమొక్కటి చాలును. వీరల మతప్రకారము బహిర్గతమగుతాపము మైత్రికి మానమగునేని విచూషిత మగు తాపము విపరీత విధిని ఋణానురాగము లేదా ద్వేష మునకు మానము కావలయును. పరస్పర ద్వేషముగల ద్రవ్యములు రాసాయనికముగ సంయోగించుట అసంభవము. అందుచే ప్రక్రియాతాపగరిమ మైత్రికి సరియైన మానము కానేరదు. ఐనను వీరి మతము తాత్వికముగ సమంజసమైన దని అనక తప్పదు. ఏలన రాసాయనిక మైత్రి శక్తిగా పరిణమించినది. శక్తి పరివర్తనసూత్ర ప్రకారము బహిర్గతమగు శక్తిని అంతర్లీనమైయున్న శక్తికి మానముగా స్వీకరించుటలో ఆక్షేపణలేదు. ఈ నియమము పరమశూన్యతాపక్రమము వద్ద నిరపవాద మని శక్తిశాస్త్ర సూత్రముల సహాయమున నిరూపించవచ్చును (చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము).

రాసాయనికమైత్రి సమస్యకు తాపరాసాయనిక శాస్త్రము సరియైన సమాధానము నీయలేక పోయినది. ఈ సమస్యకు సమాధానము కొనకు ఫాన్ట్‌హాఫ్‌చే నిర్వహింపబడినది. ఈ నిర్వాహము శక్తిశాస్త్ర పద్ధతులపై జరిగినది. శక్తిశాస్త్రమనగా, యాంత్రిక, తాపవిద్యుత్, రాసాయనిక శక్తిరూపములయు అన్యోన్య పరివర్తనను శాసించు నియమములయు విమర్శ. ఈ విమర్శకు తక్కిన శాస్త్రీయ విమర్శలకువలె మానవునిచే శతాబ్దముల తరబడి ఆర్జించబడిన అనుభవమే ఆధారము. ఒక శక్తిని వినియోగించిన, ఇంకొకశక్తిరూపముగ మారుననియు, శక్తివినియోగము లేకుండ ఇంకొకశక్తి లభ్యము కాదనియు ప్రాచీనులకు తెలిసినట్లు ఊహించ తగును. ఉదా: రెండు వస్తువుల ప్రబల సంఘర్షణవల్ల ఉష్ణత ఉద్భవించు ననునది ప్రతిమనుజునకు తెలిసినదే. ఇచట సంఘర్షణశక్తి, భ్రమణయంత్ర సహాయమున యాంత్రిక శక్తిగా మారును. నడచుట, బరువులెత్తుట, వస్తువులను నెరపుట, పగులగొట్టుట మొదలగు దైనందిన వ్యాపారములందు ముఖ్యముగా ప్రకటితమగునది యాంత్రికశక్తికి ఇంకొక రూపమగు కండరములశక్తి. అందువలననే, యాంత్రికశక్తి మున్ముందు విమర్శావిషయ మైనది. యాంత్రికశక్తి ఉష్ణతగా మారుట చిరకాలమునుండి మానవానుభవ గోచరమై ఉండినను, ఉష్ణము యాంత్రికశక్తిగా మారుననునది సామాన్య జనానుభవములోనిది కాదు. ఆ పరివర్తనమును ప్రథమమున శాస్త్రీయముగ విమర్శించినవాడు ఫ్రెంచ్ మిలిటరీ ఇంజనీరగు సాదీ కార్నో. అంతకు పూర్వమే జేమ్స్‌వాట్ వేడిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చగల ఆవిరియంత్రమును సృజించినాడు. ఈ యంత్రము యొక్క వ్యాపారమును వివరించుట కార్నో (1827) ముఖ్యయత్నము. ఈ కృషిఫలితముగ ఆయన శక్తిశాస్త్ర ద్వితీయ నియమమును నిర్వచించెను.

వేడిమి ఎప్పుడును తాపక్రమము అధికముగా నుండు వస్తువునుండి తాపక్రమము తక్కువగానుండు వస్తువువైపు ప్రవహించును. అనగా రెండు వస్తువుల మధ్య తాపక్రమ వైషమ్య ముండినగాని ఉష్ణశక్తి ప్రవహించదు. అట్లు తాపక్రమము భేదపరిస్థితులలో చలించు ఉష్ణశక్తి యాంత్రికశక్తిగా గాని, మరియొక శక్తిగా గాని సంపూర్ణముగ మారదు. ఆ మారిన భాగము తాపక్రమము వ్యత్యాసమును పట్టియుండును. ఈ దిగువ సమీకరణము ఈ శక్తిశాస్త్ర ద్వితీయ నియమమును సూత్రీకరించును:

$$W = Q\frac{T_2 - T_1}{T_2}.$$

ఇందు W = కార్యరూపముగ అవతరించిన శక్తి; Q = అధిక తాపక్రమమునుండి న్యూనతాపక్రమము చలించిన ఉష్ణరాశి; $T_2$ = అధిక తాపక్రమము' $T_1$ = అల్ప తాపక్రమము.

ఈ ద్వితీయ నియమ నిర్వచన సందర్భమున ఒక విచిత్ర సంఘటన ఏర్పడినది. అది ఏమన, శక్తిశాస్త్ర ప్రథమ నియమము నిర్వచింపబడుటకు చాలకాలము పూర్వమే ద్వితీయ నియమము నిర్వచింపబడినది. ఈ విచిత్ర సందర్భమెట్లు సంభవించినదను విషయము కొంచము విచారింతము. తాపము సంఘర్షణవంటి యాంత్రిక శక్తినుండి జనించునను విషయము ప్రకృతిలో నిత్యానుభూతమేయైనను, తద్విపరీత పరివర్తన, తాపము కార్యశక్తిగా మారుట ప్రకృతియందు అరుదుగా కననగును. మానవకల్పితమగు యంత్ర సహాయముననే ఈవిపరీత పరివర్తన సులభముగా జరుగును. ఇది అనుభవ విషయమగుటకు పూర్వము యంత్రములు కల్పించబడి ఉండవలెను. అందువలన బాష్పయంత్ర నిర్మాణ సహాయమున విపరీత పరివర్తనము కూడ సాధ్యమని రుజువై, ఈ పరివర్తనము రెండువైపుల జరుగునను విషయము బుద్ధికెక్కిన పిమ్మటగాని తాపమునకు, కార్యశక్తికిని కల అన్యోన్య పరివర్తన పరిమాణ సంబంధము ప్రాయోగికముగ పరీక్షకు విషయము కాలేదు.

కార్నో ద్వితీయ నియమమును నిర్వచించిన మరి 18 ఏండ్లకు సంఘర్షణ శక్తివలన వేడిపుట్టునను రమ్‌ఫర్డ్, డేవీ మొదలగువారి ప్రయోగసూచనలను ఆధారము చేసికొని, జేమ్స్ ప్రెస్కాట్ జౌల్ అను ఇంగ్లీషు అన్వేషకుడు

ప్రథమ నియమమును ప్రచురించెను. ఈయన తాపమునకును యాంత్రికశక్తికిని గల పరిమాణాత్మక పరివర్తన సంబంధమును అనేకరీతుల నిర్ధరించెను. సంఘర్షణ కార్యమునకు ఖర్చుపడిన యాంత్రికశక్తిని, దానినుండి ఉత్పన్నమగు తాపమునకు గల పరిమాణ నిష్పత్తి స్థిరమని ప్రయోగములచే జౌల్ (1847) రుజువు చేసెను. ఒక కేలోరీ తాపమును జనింపజేయుటకు వలయు కార్యశక్తి $4{\cdot}182 \times 10^7$ అర్గులు. $10^7$ అర్గులశక్తిరాశికి ఒక జౌల్ అని పేరు. దాని చిహ్నము : J.

జౌల్ కృషి తరువాత మిగిలిన శక్తిరూపముల అన్యోన్య పరివర్తన సంబంధములు పరీక్షావిషయములైనవి. వీటి ఫలితముగ ఇట్టి పరివర్తనలు సామాన్యముగ శాసించు నియమము శక్తి నిత్యతానియమము అను పేర వెలువడినది. ఒక శక్తియొక్క నిర్దిష్టరాశి అదృశ్యమగునపుడు సమాన ప్రమాణముగల ఇతర శక్తిరూపములు పరిసరములందు ఉద్భవించును. లేదా, అదృశ్యమగుచున్న శక్తిరాశి ఆవిష్కృతమగు శక్తిరాశితో స్థిరనిష్పత్తిలో నుండును.

ఈ రెండు అనగా, కార్నో, జౌల్ నియమముల చుట్టును శక్తిశాస్త్రము ప్రథమమున విస్తరించినది. ఈ రెండిటికి మరియొక మూడవ నియమము చేర్చబడినది. దీనికి నెర్న్‌స్ట్ నియమ మని పేరు (చూ. శక్తిశాస్త్ర తృతీయ నియమము). ఈ నియమము శక్తిశాస్త్రమునకు శిరస్సువంటిది. ఇది రాసాయనికశాస్త్రమునకు మిక్కిలి ఆవశ్యకమైనది; దీనికి నెర్న్‌స్ట్ తృతీయ శక్తిశాస్త్ర నియమము అని పేరు.

ఏలన, రాసాయనిక సంయోగమందు పాల్గొను వివిధ ద్రవ్యముల మధ్యగల పరస్పరానురాగమును నిర్ణయించుటకు ఈ నెర్న్‌స్ట్ నియమము చేయూత నిచ్చుచున్నది. మొదటి రెండు నియమముల నుపయోగించి ఫాన్ట్‌హాఫ్ స్వతః ప్రవృత్తమగు ప్రతిరాసాయనిక ప్రక్రియకును కార్యరూపముగ నుపయోగపడు నియత పరిమాణముగల శక్తి వెన్నంటి యుండునను నిష్కర్షకు రాగలిగెను. ఈ ఆవిష్కృత శక్తికి క్రియాశీలశక్తి, క్రియా రూపమును పొందగలశక్తి అనిపేరు ఇడవచ్చును. ఫాన్ట్‌హాఫ్ మతములో ప్రతి ప్రక్రియకు విశిష్టమగు ఈ క్రియాశీల శక్తియే ప్రక్రియ యందు పాల్గొను కారణద్రవ్యముల అన్యోన్యానురాగమునకు మానము. ఈ క్రియాశీలశక్తిని నిర్ణయించుటకు అనేక విధానములు గలవు. ఇందు ప్రక్రియయొక్క సమతోలనస్థితితో సంబంధించిన విధానమొకటి కలదు.

రెండు ద్రవ్యముల మధ్యజరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియ, పరిసర పరిస్థితులు స్థిరముగనుండు సందర్భమున సమతులిత స్థితికి దారితీయును. అనగా రెండు వైపుల విరుద్ధ ప్రక్రియలు ఒకే గతితో జరుగుచుండును. ఈ సమతాస్థితి సజాతీయ వ్యవస్థలకే గాక విజాతీయ వ్యవస్థలకు కూడ అన్వయించు ధర్మము. సజాతీయ వ్యవస్థలయందు సమతోలన స్థితిని నియంత్రించు నియమము లన్నియు గుల్డ్‌బర్గ్, వాగేల అణుసాంద్రతా నియమమునుండి నిష్కృష్టములు. ఈ నియమములు విజాతీయ సమతాస్థితికి అన్వయించవు. ఇట్టి స్థితి కన్వయించు నియమములను జోసఫ్ విల్లర్డ్ గిబ్స్ అను అమెరికాదేశపు విజ్ఞుడు ప్రకటించెను. ఈ నియమములను క్రోడీకరించి అతడు స్థితి నియమమును స్థాపించెను.

ఎస్టర్ ప్రక్రియయందు పాల్గొను ప్రస్థాన ద్రవ్యములు సంపూర్ణముగ వ్యయించకుండగనే సమతులిత స్థితి నందుకొను నను ప్రత్యవేక్షణనుండి విలియమ్‌సన్ సమతులిత స్థితి అచల స్థితి కాదనియు, అది ఇరు ప్రక్కల జరుగుచుండు రాసాయనిక వినిమయ సమచాల్య స్థితియనియు, ఊహించుటలో రాసాయనిక ప్రక్రియావేగభావము ఇమిడి ఉన్నది. ఈ సమతులితస్థితి భావము తరువాత మాలగూటిచే (1857) పోషించబడినది. రాసాయనిక ప్రక్రియావేగానుశీలనయందు ప్రథమ ప్రయోగముల జరిపిన వాడు విల్‌హెల్మ్(1850). ఈ క్షేత్రమందు అనేక ప్రయోగములు జరిపించబడినప్పటికిని ప్రక్రియా గతిశాస్త్రి క్లిష్టత ఇటీవలనే కొంత విశదీకరింపబడినది. ఇందొక ప్రధానఘట్టము : పది డిగ్రీల తాపక్రమాతిశయమునకు ప్రక్రియావేగము రెండు రెట్లు లేదా మూడురెట్లు ఎక్కువగుట. ఈ అతిశయమును వివరించుటకు శాస్త్రి శరీరమందు ప్రవేశపెట్టబడిన ఉత్తేజితాణుభావము అధునాతన ప్రక్రియా గతిశాస్త్రమునకు మూలాధారమైనది.

తాపశక్తిగాక విద్యుచ్ఛక్తి, అయస్కాంతశక్తి, కాంతిశక్తి, తలశక్తి వీటన్నిటికిని రాసాయనిక ప్రక్రియలపై మిక్కిలి ప్రభావము కలదు.

విద్యుచ్ఛక్తికి, రాసాయనిక శక్తికిగల పరస్పరవినిమయ ప్రక్రియ పరీక్షించునది విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము. దీనియందు రెండు ముఖ్య ప్రకరణములు గలవు. అందు మొదటిది విద్యుత్‌ప్రవాహమునకు రాసాయనిక వ్యవస్థ లెట్లు ప్రతికరించునో అను విషయమును విచారించును. దీనియందు ఇటీవల డీబై, హికెల్ ప్రభృతులచే విస్తరింపబడిన ఆరేనియస్ ఆయన సిద్ధాంతము, నెర్న్‌స్ట్‌చే తొలిని ప్రతిపాదింపబడి, తరువాతి రాసాయనికులచే విస్తృతి నొందింపబడిన విద్యుచ్చాలకబల సిద్ధాంతము మౌలికములు

ద్రవ్యకణముల విశిష్టతల సంపద ఎక్కువగు కొలది, అవి రాసాయనికముగ ఎక్కువ చురుకుదనము చూపును. కొల్లాయిడ్ స్థితిలో విశిష్టతల సంపద మిక్కిలి వృద్ధిచెందును. అందువలననే కొల్లాయిడ్లు అతిశయిత రాసాయనిక ప్రవృత్తిని చూపుటయేగాక, అవి ఇతర రాసాయనిక ప్రక్రియలకు ప్రేరకములుగా ఆచరించును. ఈ విషయ మంతయు కొల్లాయిడ్ రాసాయనికశాస్త్ర విభాగమందు కననగును.

కాంతి రాసాయనిక ద్రవ్యముల చురుకుదనమును ఎక్కువచేసి రాసాయనిక ప్రక్రియల సంభవింప చేయగల దని షేలే (1742-86) కాలమునుండి రాసాయనికులకు తెలియును. అయినను రాసాయనిక ప్రక్రియలపై కాంతి నెరపు ప్రభావము 19 వ శతాబ్దపు మధ్యనుండి వ్యవస్థితానుశీలనకు విషయమైనది. కాంతిచే నుత్తేజించబడుటయే గాక, ఉచిత పరిస్థితుల అట్టి ప్రక్రియలు కాంతిని వెలిబెట్టును కూడ. ఈ కాంతి ప్రకటనము దాహకప్రక్రియల యందు ఆవిర్భవించు జ్వాలా కాంతివలె అతిశయిత తాపక్రమ ప్రదర్శకము కాదు. ఈ కాంతి సామాన్య తాపక్రమములందే వెలువడును. దీనికి రాసాయనిక ప్రకాశము అని పేరు. ఈ విషయము లన్నియు కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రమందు కాననగును.

## కార్బన్ రాసాయనిక విజ్ఞానము

మెండెలేయఫ్ ఆవర్తక్రమమందు నాల్గవ కుటుంబమునకు చెందిన మూలద్రవ్యముల నిడివివరుసలో కార్బన్, సిలికన్లు మొదటివి. వీటికి ఒక ప్రత్యేకలక్షణ మున్నది. అది ఏమన, వీటి యౌగికములలో వీటి పరమాణువులు ఒకదానితోఒకటి నిరంతరముగా పరస్పర సంయోగమును చెంది గొలుసుకట్టుగా ఏర్పడును. ఈ సామర్థ్యము సిలికన్ విషయములో కొద్దిగానే కనిపించును; కార్బన్ విషయమున ఈ సామర్థ్యము అపారముగా వృద్ధిచెందినది. ఈ సామర్థ్య కారణమున నేడు సుమారు 3,00,000 కార్బన్యౌగికములు గుర్తించబడినవి కలవు. కార్బన్ యౌగికముల సంఖ్య తక్కిన మూలద్రవ్యము లన్నిటి యౌగికముల సంఖ్యను మించియున్నది. అందుచే నేటి రాసాయనికులు కార్బన్యౌగికములకు ప్రత్యేకశాస్త్ర స్థానమును కల్పించిరి. ఇదికాక, అకర్బనయౌగికములకు లేని మరికొన్ని విశిష్టలక్షణములు కార్బన్యౌగికముల కున్నవి. కార్బన్ యౌగికములలో చాలసంఖ్య తాపమునకు నిలువవు. అనగా, వేడిచేసిన అవి సులభముగా విశ్లేషమును చెందును. కార్బన్యౌగికములు సాధారణముగా అకర్బన యౌగికముల కన్న హెచ్చుబాష్ప శీలములు. కార్బన్ యౌగికములు సామాన్యముగా విద్యుదవాహకములు. అకర్బనయౌగికములలో చాల హెచ్చుసంఖ్య ద్రవావస్థలోకాని, ద్రావణావస్థలోకాని విద్యుద్వాహకములు. ఇందు మూలమునకుకూడ కార్బన్శాస్త్ర ప్రత్యేకత సమర్థించనగును.

కార్బన్ ద్రవ్యజ్ఞానమును రాసాయనికశాస్త్ర ప్రత్యేక భాగముగా నిరూపించినవారలలో నికొలస్ లెమరీ (1645-1715) అను రాసాయనికుడు మొదటివాడు. 1678 లో ఆయన రచించిన రాసాయనికశాస్త్ర మను గ్రంథములో ద్రవ్యముల రాసాయనిక జ్ఞానమును, (1) సైంధవ లవణమువంటి ఖనిజములనుండి లభ్యమగు నిర్జీవ ద్రవ్యములు; 2 వృక్షములనుండి, మూలికలనుండి లభ్యమగు సారములు; 3. గోరోజనమువంటి జంతువులనుండి లభ్యములగు స్రావములు అనుమూడు శీర్షికలలో ఆయన అమర్చినాడు,

18 వ శతాబ్దము అంతమగుసరికి రాసాయనికపు మార్పుల ముఖ్యలక్షణములు, అవి అనుసరించెడి నియమములు నిర్ధారితములయ్యెను. అకర్బన ద్రవ్యములు ఏ రాసాయనిక నియమములను పాటించునో ఆ నియమములనే కార్బన్ ద్రవ్యములుకూడ పాటించు నని కొంతవరకు విశదమైనప్పటికిని జీవలోకమునుండి ఉత్పన్నమగు ద్రవ్యములు ఒక ప్రత్యేకజాతివని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండిరి. ఈ భావమునకు కారణము జీవద్రవ్యముల సాధనకు 'జీవశక్తి' ఆవశ్యకము అను అభిప్రాయము.

1828 లో వలర్ (జర్మను) జంతువుల మూత్రములో నున్న యూరియా కేవల అకర్బన ద్రవ్యములనుండి సాధించగలిగితినని ప్రచురించిన తరువాత జీవశక్తియందు విశ్వాసము కొంత సడలినది. పిమ్మట బెర్టోలే అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు అనేక ప్రచురకార్బన్ యౌగికములను అకర్బన ద్రవ్యములనుండి తయారు చేయగలిగిన తరువాత జీవ, నిర్జీవద్రవ్యముల రాసాయనిక భేదము అంతరించినది.

జీవశక్తి నిరపేక్షముగా కార్బన్ ద్రవ్యములను సాధించుటకు వీలు కాదన్న మతము స్థిరముగా నున్నంతకాలము కార్బన్ద్రవ్యజ్ఞాన విజృంభణము విరివిగా జరుగలేదు. అప్పటి రాసాయనికులు జీవలోకమునుండి వేరువేరు విధానముల ద్రవ్యములను సంపాదించుటయందును, ద్రవ్యముల గుణపరిశీలనయందును పరిశ్రమ చేసెడివారు. డాల్టన్ రాసాయనిక సంయోగనియమములను క్రోడీకరించి, పరమాణు సిద్ధాంతమును స్థాపించు సందర్భమున అకర్బన ద్రవ్యములకు అన్వయించు నియమములే కార్బన్ద్రవ్య

ములకుకూడ వర్తించునని బర్జీలియస్ సూచించెను. తరువాత 1831లో లీబిక్ అను జర్మను విజ్ఞాని నిశితమైన విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించి కార్బన్‌ద్రవ్య విజ్ఞాన కృషికి గట్టిగా పునాది వేసెను. కార్బన్‌ద్రవ్యములను ఆక్సీకరణ ద్రవ్యసహాయమున ఉచ్చతాపక్రమముల ఆక్సీకరించి వానియందున్న కార్బన్, హైడ్రోజన్ రాశులను నిర్ణయించుటకు అనుకూలమగు పద్ధతిని లీబిక్ వ్యవస్థాపించెను. అటులనే కార్బన్ యౌగికములందున్న నైట్రోజన్ పరిమాణాత్మకముగా కనుగొనుటకు డ్యూమా తగు విధానమును నెలకొల్పెను.

అసంఖ్యాకములగు కార్బన్‌యౌగికము లుండుటకు కారణము గొలుసుకట్టుగా సంయోగించగల సామర్థ్యము కార్బన్ పరమాణువునకు ఉండుటచేనని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. లీబిక్, వలర్ పరిశోధనల మూలమున కార్బన్ యౌగికముల సంఖ్యను ఎక్కువచేయు మరియొక ముఖ్య లక్షణము బయటపడినది. వాటిలో సంయోగించి ఉన్న పరమాణువుల స్వభావమందుగాని, సంఖ్యయందుకాని భేదమేమియును లేనప్పటికిని కొన్నియౌగికములు భిన్న రాసాయనిక ధర్మములను కనపర్చును.

ఉదా : సిల్వర్ సైయనేట్, సిల్వర్ ఫల్మినేట్ అను రెండు వేరువేరు ధర్మములుకల యౌగికములు సిల్వర్, కార్బన్, నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువుల సంయోగముచే ఏర్పడును. అందులో మొదటియౌగికము నిరపాయము. రెండవది కొట్టిన ప్రేలును. ఒకేపరమాణుకూటము ఇచ్చు వివిధములగు రాసాయనిక ద్రవ్యములకు సమాంగరూపములు (ఐసోమర్స్ ; ఐసో = సమ, మర్స్ = అంగములు) అనియు, ఈ సంఘటనకు సమాంగరూపత అనియు పేర్లు. ఈ సంఘటన మొదట అకర్బన ద్రవ్యములందే వ్యక్తమైనను కార్బన్ ద్రవ్యముల యందంత తరచుగా అకర్బన ద్రవ్యముల యందు కనపడదు. ఈ సమాంగరూపతాసంఘటన అనేక విధములుగా నున్నది (చూ. సమాంగరూపత).ఈ సంఘటన మూలముగా కార్బన్ ద్రవ్యములసంఖ్య చాల ఎక్కువైనది. ఉదాహరణకు శతాంశ సంఘట్టనమునందును, అణుసాంకేతికమునందును కర్పూరమును పోలు యౌగికములు 119 కలవని అంచనావేయబడినది. ఈ కారణముచే కార్బన్ ద్రవ్యశాస్త్రమునందు సమాంగరూపతా సంఘటన మిక్కిలి ముఖ్యమైనది.

ఒకే అణుసంకేతము, శతాంశసంఘట్టనము కలిగిన అనేక ద్రవ్యములుండుటపట్టి కార్బన్ ద్రవ్యాణురచన అకర్బన ద్రవ్యాణురచనకన్న విలక్షణముగా ఉన్నదను ఊహ సమంజసమని తోచుచున్నది.

ఈదృష్టిలో కార్బన్ ద్రవ్యాణురచనయందలి విలక్షణతను పరిశీలించిన వారిలో లీబిక్, వలర్ మార్గదర్శకులు. వీరికిముందు 1815 లో గేలుసాక్ ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువు, ఒక కార్బన్‌పరమాణువు సంయోగించుటవలన ఏర్పడిన సైయనోజన్(CN) పరమాణు సముదాయము లేదా గణము, (అనగా, కూటమిలోనున్న వేరువేరు పరమాణువులు విడిపోక, ఇతరమూలద్రవ్యములతోగాని, యౌగికములతోగాని సంయోగించు స్వభావముగలది.) హైడ్రోసైయానిక్ ఆసిడ్ (HCN), సైయనోజన్ క్లోరైడ్ (CNCl) మొదలగు యౌగికములలో అనువృత్తమగుచున్నట్లు నిరూపించినాడు. సైయనోజన్ వలె అనువర్తించు పరమాణు సముదాయమునకు 'రేడికల్' లేదా 'గణ'మని పేరు. ఇట్టి ఇతర గణములను డ్యూమా మొదలగు మరికొంతమంది రాసాయనికులు కూడ వెలిబుచ్చినారు. ఈ నిరూపణలను అనుసరించి అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రము పరమాణుసంయోగశాస్త్రమైయుండగా కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రము గణముల సంయోగశాస్త్రమై ఉండవచ్చునని 18 వ శతాబ్దమున లావ్వాజ్యే చేసిన సూచన నిజమైనట్లు కనిపించుచున్నది.

కార్బన్ శాస్త్రములో గణముల ప్రాముఖ్యమును బాగుగా వెంపొందించినవారలు వలర్, లీబిక్. చేదుబాదము పిక్కలనూనెలో ఉండు బెన్జాల్డిహైడ్ ($C_6H_5-CO.H$), సాంబ్రాణి నుండి లభ్యమగు బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ($C_6H_5$ CO.OH), బెన్జామైడ్ ($C_6H_5$ $CONH_2$), బెన్జోయిల్ క్లోరైడ్ ($C_6H_5$ COCl) అను కార్బన్ యౌగికములలో బెన్జోయిల్ ($C_6H_5$ CO) గణము అనువర్తించుచున్నట్లు వీరు నిరూపించిరి. అందుచే ఈ యౌగికము లన్నియు బెన్జోయిల్ ($C_6H_5CO-$)గణోత్పన్నములని లీబిక్, వలర్ నిరూపించిరి. ఇట్లు నిరూపించుటయే కాక వీరు మొట్టమొదట 'గణ' పదనిర్వచనమును చేసి కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రము గణయౌగిక శాస్త్రమను సిద్ధాంతమును స్థాపించిరి. వీరి వాదమందు గల మహత్త్వమును బర్జీలియస్ గుర్తెరింగి బెన్జోయిల్ గణావిష్కరణ కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్ర నవోదయమునకు ఉషస్సువంటిదని తన ఆమోదమును వెల్లడిచేయుచు ఈ బెన్జోయిల్ గణమునకు 'ఎరిత్రోయిన్' (సంధ్యారాగము) అను నామకరణమును కావించెను. వీరి వెనుకనే 1843 లో బున్‌సెన్ రాసాయనికుడు కొన్ని ఉల్లిపాషాణ యౌగికములకు 'కాకొడిల్' ($(CH_3As\ CH_3)_2O$) అను గణము సామాన్యమని చూపించెను. ఇట్లే ఇతర రాసాయనికులు మరికొన్ని గణములను ఆవిష్కరించి గణసిద్ధాంతమును విరివిగా పోషించిరి.

కాని, ఈ గణసిద్ధాతము హెచ్చుకాలము నిలువలేదు. ఏ బర్జిలియస్, బెంజోయిల్ గణమునకు, దానితో గణ సిద్ధాంతమునకును సుస్వాగతమును పలికినాడో ఆతడే ఈ గణసిద్ధాంతమునకు అచిరకాలములో ప్రతిస్పర్థిగా మారినాడు. దీనికికారణము 1812 లో అకర్బన రాసాయనిక యౌగికములు మూలద్రవ్యములనుండి ఉత్పన్నమగుటకు కారణముల వివరించు సిద్ధాతము నొక దానిని బర్జిలియస్ 'ద్వైతసిద్ధాంత' మనుపేర లేవదీయుట. ఈ సిద్ధాంత ప్రకారము ప్రతియౌగికమును విజాతీయ విద్యుదావేశములు కలిగిన దాని భాగముల కూడికవలన ఏర్పడును. అనగా, రాసాయనిక సంయోగము విజాతీయ విద్యుదావిష్టములగు రెండు ద్రవ్యశకలముల సంయోగము. ఈ సిద్ధాంతదృష్టిలో సజాతీయ విద్యుదావిష్టములగు ద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక సంయోగము సంభవించదు. అందుచే ప్రతి రాసాయనిక యౌగికమును విజాతీయ విద్యుదావిష్టములగు ఖండ ద్రవ్యముల సంయోగముగా పరిగణించబడవలెను. ఇదిగాక బర్జిలియస్ బెంజోయిల్ గణావిష్కరణకు తన మనఃపూర్వక ఆమోదమును ప్రచురించుటలో తన ద్వైతసిద్ధాంతమూలమతమును బెంజోయిల్ గణము త్రోసిరాజనుచున్న దని గ్రహించలేదు. ప్రారంభోత్సాహ సంరంభము శాంతించిన పిమ్మట శాంతముగా, సూక్ష్మముగా పరిశీలించుటలో బెంజోయిల్ గణమందు ఆక్సిజన్ ఉన్నట్లు గ్రహించి, దానికి గణపదవిని ఇచ్చుటకు బర్జిలియస్ ఒప్పుకొనలేదు. ఏలన, గణము అనగా ఈయన సిద్ధాంతదృష్టిలో ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించునవియేకాని, ఆక్సిజన్‌ని తమశరీరములో ఇముడ్చుకొన్నవి కాకూడదు. అందుచే బెంజోయిల్ పరమాణుకూటమునకు గణత్వమును నిరాకరించి గణసిద్ధాంతమునకు ప్రబలశత్రువైనాడు. ఆనాడు రాసాయనిక లోకమునకు ఏకనియంత అగు బర్జీలియస్ అధిక్షేపమునకు గురియైన గణసిద్ధాంతము ఆయువుచెల్లి అంతరించినది.

అదికాక, మరియొక వైపునుంచికూడ గణసిద్ధాంతమునకు హాని వాటిల్లినది. డ్యూమా అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు కార్బన్‌యౌగికములందు జరుగు మూలద్రవ్యస్థాన వినిమయము (అనగా, యౌగికమునందున్న ఒక పరమాణువుస్థానమున మరియొక ఇతరపరమాణువు ఆక్రమించుట)ను పరిశీలించి బర్జీలియస్ ద్వైత సిద్ధాంతమునకు ప్రతిస్పర్థిగా యౌగికాద్వైతవాదమును లేవదీసెను. ఈయన దృష్టితో యౌగికములను, అందులో ముఖ్యముగా కార్బన్‌యౌగికములను ఏకములుగా, అనగా అవిభాజ్యములుగానే భావించవలెను; కాని, భాగరచితములుగా భావించకూడదు. ఈ దృష్టిని సమర్థించు ఉదాహరణమును పరిశీలింతము. ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ($CH_3COOH$) నందున్న మెతిల్ ($CH_3$) గణములో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానమును క్లోరిన్ పరమాణువులు స్వీకరంచి ఒకవరుస క్లోర్ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌లు ఏర్పడగలవు. బర్జీలియస్ మతప్రకారము హైడ్రోజన్ ధనవిద్యుదావిష్టము; క్లోరిన్ ఋణవిద్యుదావిష్టము. క్లోర్ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడుటలో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నందలి హైడ్రోజన్‌పరమాణువులు విజాతీయమగు క్లోరిన్‌చే స్థానభ్రంశమును చెందినవి. బర్జీలియస్ ద్వైతసిద్ధాంతదృష్టిలో యౌగికరాసాయనికధర్మములు సమగ్రముగా మారవలెను. కాని ప్రత్యక్షముగా ఆసిటిక్ ఆసిడ్ క్లోర్ఆసిటిక్ ఆసిడ్ మారినపుడు రాసాయనిక ధర్మములందు మార్పేదియు కానరాదు. మీదు మిక్కిలి ఆమ్లధర్మము మిక్కిలి హెచ్చైనది. అందుచే రాసాయనిక యౌగికములకు బర్జీలియస్ ద్వైతసిద్ధాంతము పట్టదు. డ్యూమా అద్వైతసిద్ధాంత మొకప్రక్క బర్జీలియస్ ద్వైతసిద్ధాంతమును నిరాకరించినది; మరియొక ప్రక్క లీబిక్, వలర్ విజ్ఞానుల గణసిద్ధాంతమును ఎదుర్కొనినది. ఏమనగా, రాసాయనిక యౌగికము ఏకమనుదృష్టిలో అది గణముల సంయోగమని భావించుట అనుచితము. కొనకు బర్జీలియస్, డ్యూమా, లీబిక్, వలర్ మధ్యజరిగిన వాదోపవాదములు పరస్పరహేళనక్రింద పరిణమించినవి. పైని చెప్పినట్లు వలర్ యూరియా అను యౌగికమును బెర్టోలే అనేక కార్బన్ యౌగికములను అకర్బన ద్రవ్యముల నుండి జీవప్రక్రియ జోలిలేకుండ కృత్రిమముగ, రాసాయనిక యౌగికములను శోధనాగారమందు తయారుచేసిన తరువాత రాసాయనికులు జడుపుతీరి, కార్బన్ యౌగిక కృత్రిమ సాధనకు పూనుకొనిరి. ఈ కృషి ఫలితముగా అసంఖ్యాకములగు కార్బన్‌ద్రవ్యములు వెలువడినవి. వాటి స్వభావములు కూడ వర్ణింపబడినవి. కార్బన్‌ద్రవ్యసంఖ్య ఎక్కువగు కొలది, వాటి అనుశీలనా సౌకర్యముకొరకు వాటివర్గీకరణము ఆవశ్యకమైనది. శాస్త్రశరీరమందు వర్గీకరణము అతిప్రధానమైన అంగము. 1842 లో షేలే విజ్ఞాని వర్గీకరణ ప్రాముఖ్యమును గుర్తించి అప్పటికి తనకు తెలిసిన ఆల్కహాల్‌లను అణుభారవృద్ధి క్రమముగా సమర్చినపుడు వాటి క్వథనాంకము, ద్రవీభవనాంకము మొదలగు రాసాయనిక ధర్మములు కూడ ఒక క్రమమును అనుసరించి వృద్ధిచెందునని కూడ వివరించెను. మజ్జామ్లములు (క్రొవ్వు సంబంధమైనవి) కూడఅట్టి శ్రేణిలో చేరునని డ్యూమా నిరూపించెను. 1848 లో ఫ్రాన్క్‌లాన్డ్ హైడ్రోకార్బన్‌ల శ్రేణిని, 1851 లో విలియమ్‌సన్ ఈతర్‌ల శ్రేణిని

కార్బన్ ద్రవ్యముల వర్గములలో చేర్చెను. రాసాయనిక స్వభావసామ్యముకలిగి గుణములక్రమాభివృద్ధిని చూపెడి ఇట్టి ద్రవ్యశ్రేణికి 'హోమాలగీయశ్రేణి' అని పేరు.

హోమాలగీయశ్రేణులుగా విభజించిన వాటి గుణానుశీలన, సాధనవిధానవివరణ మిక్కిలి సుకరము. అందుచే కార్బన్ద్రవ్యశాస్త్రమును కొన్ని హోమాలగీయశ్రేణులు విజ్ఞాన మనవచ్చును.

ఉదాహరణకు క్రిందనొక అట్టిశ్రేణి కననగును. హైడ్రోకార్బన్ల హోమాలగీయశ్రేణి :

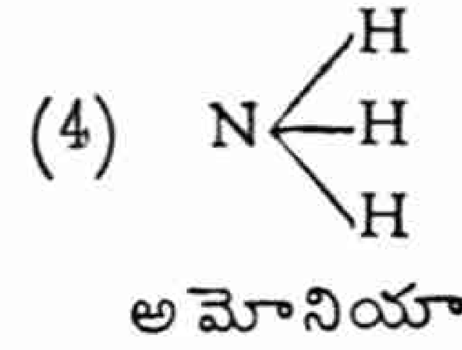
| యోగికము | సాంకేతికము | క్వథనాంకము. C. |
|---|---|---|
| మిథేన్ | $CH_4$ | − 164° |
| ఎథేన్ | $C_2H_6$ | − 93° |
| ప్రొపేన్ | $C_3H_8$ | − 45° |
| బ్యూటేన్ | $C_4H_{10}$ | − 0.6° |
| పెంటేన్ | $C_5H_{12}$ | + 36° |
| హెక్సేన్ | $C_6H_{14}$ | + 68.7° |
| హెప్టేన్ | $C_7H_{16}$ | + 98.4° |
| ఆక్టేన్ | $C_8H_{18}$ | + 125.8° |
| నానేన్ | $C_9H_{20}$ | + 150.7° |
| డకేన్ | $C_{10}H_{22}$ | + 173° |

ఈ శ్రేణిలో క్వథనాంకము ఎట్లు క్రమముగా పెరుగుచున్నదో చూడనగును.

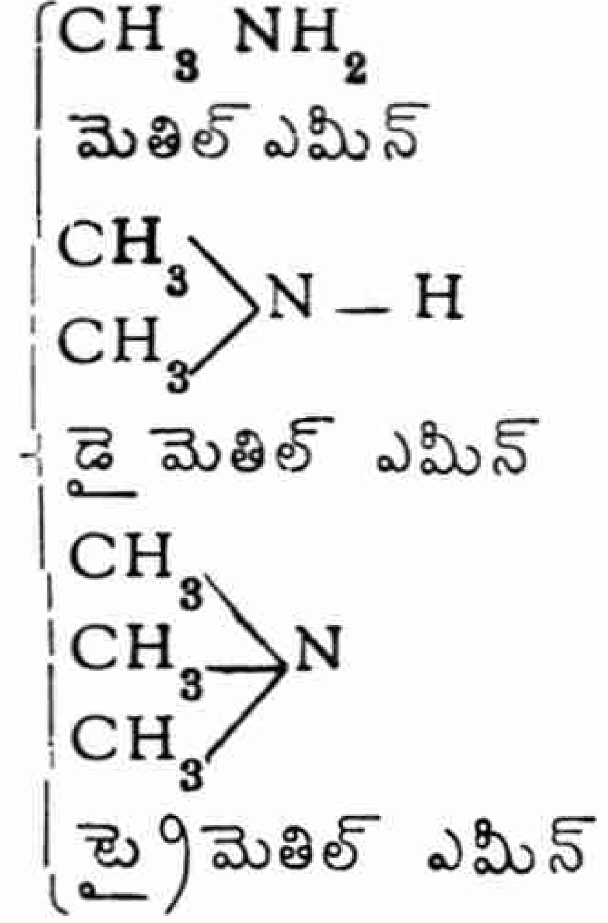
పైని పేర్కొనిన కార్బన్ యోగికపువర్గములకు వూర్ట్స్ అను ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు అమోనియా నుండి ఉత్పన్నమైనటుల భావింపబడదగిన ఎమీన్లను మరియొకవర్గపు కార్బన్ద్రవ్యములను చేర్చెను.

ఈ వర్గములన్నిటిని క్రోడీకరించి వర్గీకరణాత్మకమగు వర్గవాద మనుదానిని గెర్ హార్ట్ అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు లేవదీసెను. ఈ వాదముప్రకారము అప్పటికి తెలిసిన కార్బన్ ద్రవ్యము లన్నియు నాలుగువర్గములుగా విభజింపబడినవి: అవి ఏమనగా : 1. హైడ్రోజన్ వర్గము ; 2. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వర్గము; 3. నీరు వర్గము; 4. అమోనియా వర్గము.

| | వర్గద్రవ్యము | ఉదాహరణము |
|---|---|---|
| (1) | H—H (హైడ్రోజన్ అణువు) | $CH_3$—$CH_3$ (ఎథేన్) |
| (2) | H—Cl హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ | CH—Cl మెథిల్ క్లోరైడ్ |
| (3) | H—O—H నీరు | $CH_3$—O—H మెథిల్ ఆల్కహాల్ లేదా $CH_3$—O—$CH_3$ మెథిల్ ఈథర్ |

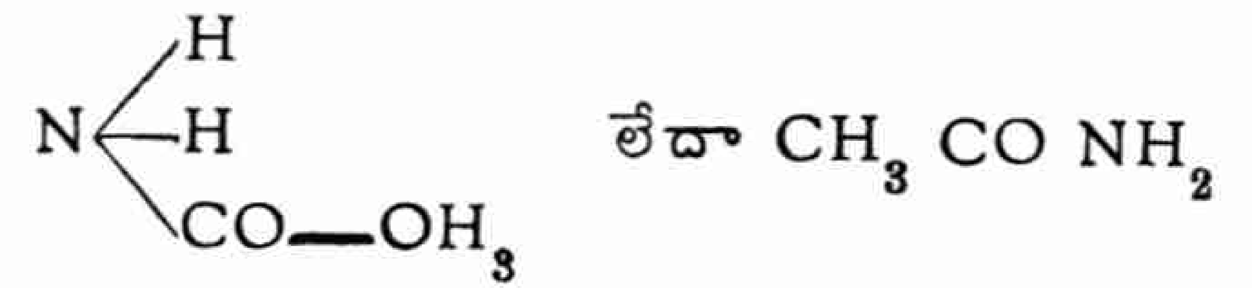
(4) 

అమోనియా

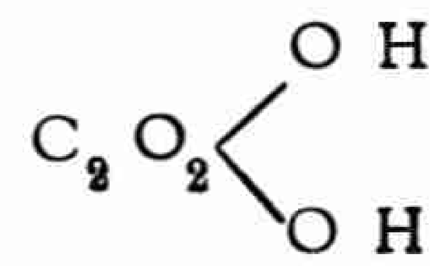



తరువాత విలియమ్సన్ మిశ్రవర్గములను, ఆడ్లింగ్ సంహతవర్గములను నిరూపించిరి.

మిశ్రవర్గమునకు ఉదాహరణములు: నీరు, అమోనియా వర్గముల సాంకర్యమున ఉద్భవించినవి ఆసిడ్ ఎమైడ్లు అను జాతి ద్రవ్యములు. ఇవి నీరుజాతికి చెందిన అమ్లము నుండికాని, అమోనియానుండికాని ఉత్పన్నమైనట్లు భావించవచ్చును.




రెండు నీటి అణువులనుండి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ద్విసంయోజనీయమగు $C_2O_2$ లేదా ఆక్సాలిల్ గణముచే స్థానభ్రష్టములయినచో ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ లభించును. రెండు నీటి అణువుల సంహతినుండి ఏర్పడిన యోగికము కనుక దీనికి సంహతవర్గము అని పేరు.

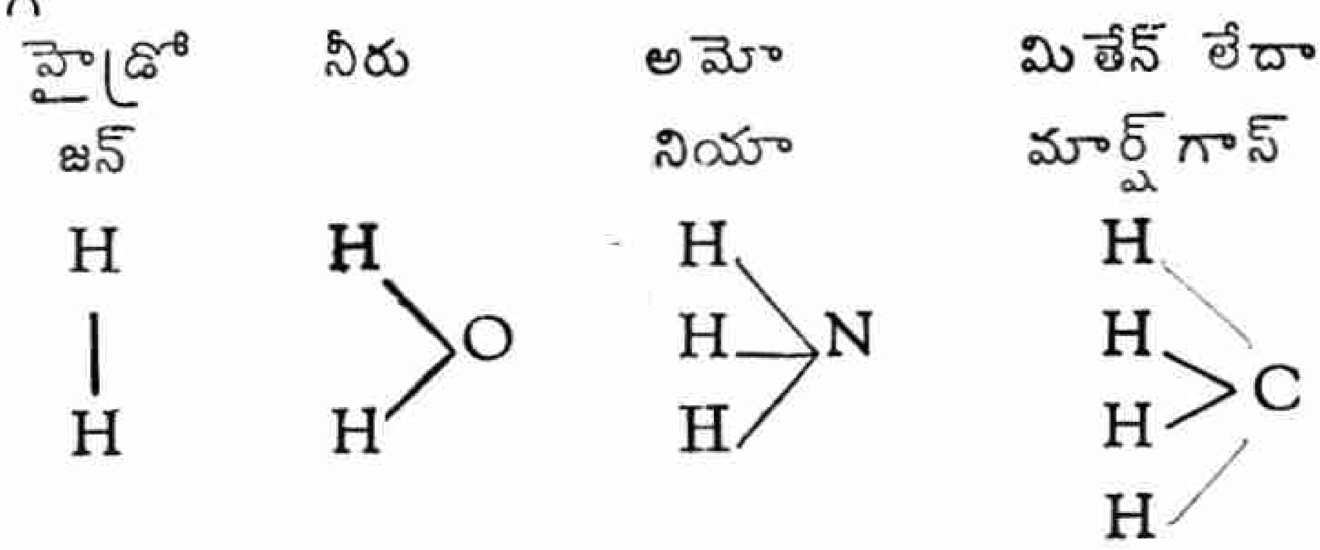



ఇట్లు ఆనాడు పరిచితమగు ప్రతికార్బన్ యోగికమును ఏదోఒక వర్గము క్రింద తేబడినది. డ్యూమా, విలియమ్సన్, గెర్ హార్ట్ల వర్గీకరణసిద్ధాంతమువలన పరస్పర విరుద్ధముగా కన్పట్టు ప్రఖ్యాతపరిశోధన లెన్నియో సమన్వితములయ్యెను. అందువలన శాస్త్రజ్ఞులలో రేగిన వివాదములు అంతమయ్యెను. ఇంతటితో ఊహా కౌశలమును, వాదకుతూహలమును కట్టిపెట్టి శాస్త్రజ్ఞులు విషయసంగ్రహణమందు తమదృష్టిని, కృషిని కేంద్రీకరించిరి. లీబిక్, వలర్ తాము కావించినకృషి ఫలించి, కార్బన్ద్రవ్యశాస్త్రము స్థిరరూపమును పొంది వ్యాప్తిచెంది ఇతరులకు శాస్త్రపరిశోధనలలో తోడ్పడుటను వృద్ధాప్యమున కండ్లార కాంచి ఆనందించు భాగ్యము కలవారైరి.

1840 లో కేకులే అను జర్మను రాసాయనికుడు పైనిరూపించిన నాలుగువర్గములలో హైడ్రోజన్ వర్గమునకు సదృశమగు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వర్గమును తీసివేసి మిథేన్

వర్గము అను మరియొకదానినిచేర్చి మొత్తముమీద మరల నాలుగువర్గములను స్థాపించెను.

వర్గసంకేతము :




ఈపై సంకేతములను మనము శ్రద్ధతో పరీక్షించిన ఒక ముఖ్యమైన సంగతి వెల్లడి యగును. అది ఏమనగా, మొదటి వర్గములో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో మరియొక హైడ్రోజన్ పరమాణువు సంయోగించి హైడ్రోజన్ అణువు ఏర్పడుచున్నది. రెండవ వర్గములో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు సంయోగించి ఒక నీటి అణువు ఏర్పడుచున్నది. మూడవ వర్గములో మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఒక నైట్రోజన్ మాణువు సంయోగించి ఒక అమోనియా అణువు ఏర్పడుచున్నది. నాల్గవ వర్గములో నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఒక కార్బన్ పరమాణువు సంయోగించి ఒక మిథేన్ అణువు ఏర్పడుచున్నది. ఈ పై సంగతులు ఇంకొక విధముగా కూడ నిరూపింపవచ్చును. ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు మరియొక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతోను, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, ఒక నైట్రోజన్ పరమాణువు మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, ఒక కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను సంయోగించు చున్నది. మూలద్రవ్యపరమాణువునకు గల సంయోగశక్తి, ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుకు గల సంయోగశక్తిని మానముగా తీసికొన్నచో హైడ్రోజన్ సంయోగశక్తి ఒకటి, ఆక్సిజన్ సంయోగశక్తి రెండు, నైట్రోజన్ సంయోగశక్తి మూడు, కార్బన్ సంయోగశక్తి నాలుగు అని తెలియ వచ్చుచున్నది. కేకులేకాని, అతని పూర్వులుకాని మూల ద్రవ్యాణువుల సంయోగశక్తిని ఇట్లు పరీక్షించలేదు. వారి దృష్టి కార్బన్ శాస్త్రమందు ప్రధానపరిశీలనా విషయము లగు పరమాణుగణముల సంయోగశక్తిని అరయుటలో లగ్నమైనది.

గణముల సంయోగశక్తిని అరయుటనుండి మూల ద్రవ్య పరమాణువుల సంయోగశక్తిని అరయుటవైపు రాసాయనికుల దృష్టిని మరలించినవాడు సర్ ఎడ్వర్డ్ ఫ్రాన్క్‌లాన్డ్ అను స్కాంట్లండ్ దేశీయ రాసాయనికుడు. ఈయన 1853 లో ధాతుకార్బన్ యౌగికములు (ధాతువులతో సంయోగించిన కార్బన్‌గణములు) కల ఒకజాతి కార్బన్ ద్రవ్యముల కనుగొనెను. ఈ యౌగికములు ముఖ్యముగా జింకు, ఆర్సెనిక్, అంటిమోని, టిన్ను (తగరము) మొదలగు ధాతువులతో చేయబడినవి. ఇందు గణించ తగిన విశేషమేమన ప్రతియౌగికమందును ఒక ధాతు పరమాణువుతో రెండు, మూడు, నాలుగు, అయిదు కార్బన్ పరమాణుగణములు సంయోగించును.

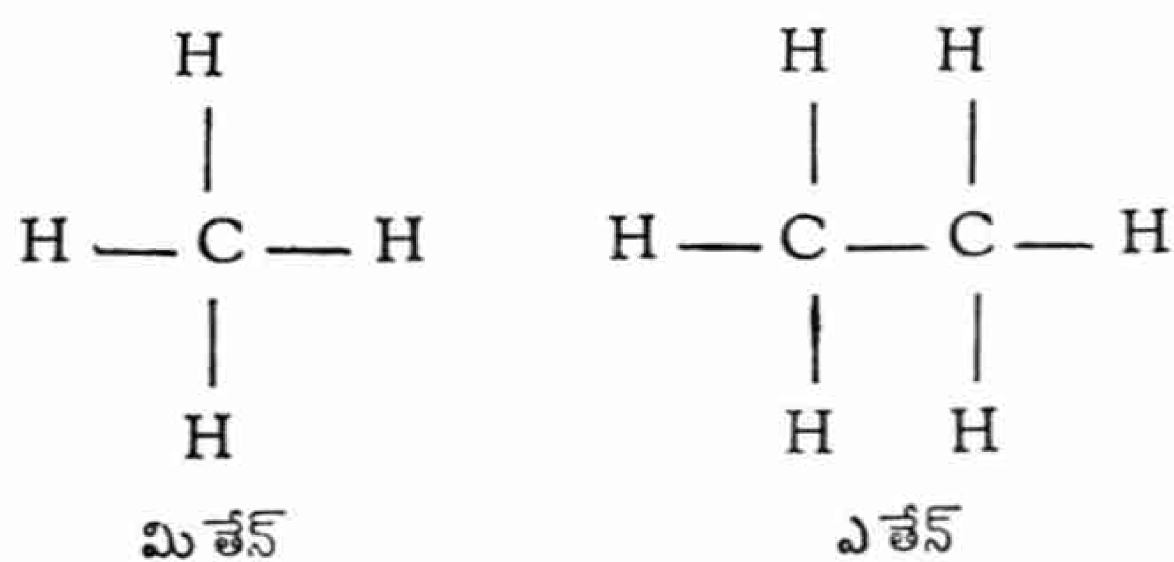
ఉదా : $Zn(C_2H_5)_2$ జింకు ఎథిల్ అని యౌగికము పేరు. ఇందు ఒక జింకు పరమాణువుతో రెండు ఎథిల్ గణములు సంయోగించినవి. ఇటులనే : $As(CH_3)_3$ (ఆర్సెనిక్ ట్రైమెథిల్), $Sb(C_2H_5)_3$ (అంటిమోని ట్రై ఎథిల్), $Sn(C_2H_5)_2$ (టిన్ డై ఎథిల్) $Sn(C_2H_5)_4$ (టిన్ టెట్రాఎథిల్) అను యౌగికములు సంకేతములచే చూపబడిన రచనలు గలవి ఏర్పడినవి.

ఈ ఫ్రాన్క్‌లాన్డ్ యౌగికములలో ధాతు పరమాణువుల సంయోగశక్తి వెల్లడి అగుచున్నది. ఒకధాతు పరమాణువు రెండు లేదా నాలుగు గణములతో గాని, లేదా, మూడు లేదా అయిదు గణములతోగాని సంయోగించుట కనబడుచున్నది. అందుచే ఈ యౌగికములందే మూలద్రవ్య పరమాణువుల సంయోగశక్తిని గురించిన ప్రథమవిచారణ మనకు తారసిల్లినది. ఈ విచారణ ప్రతిమూలద్రవ్య పరమాణువునకును స్వాభావికమై, నియతమగు సంయోగశక్తి కలదను కేకులే సిద్ధాంతమునకు ప్రాతిపదిక. ఈ సంయోగసామర్థ్యమునకు ఆడ్‌లింగ్ విజ్ఞాని సంయోజనీయత అనిపేరిడుటయేకాక, ఈ సామర్థ్యమును మూలద్రవ్యపరమాణు సంకేతములకు తగిలించిన గీతలచే నిరూపించు సంప్రదాయమును స్థాపించెను. ఈ సంప్రదాయ ప్రకారము గీతల సంఖ్య పరమాణు సంయోజనీయతను తెల్పును. ఇట్లు H - ఏకసంయోజనీయ హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు గురుతు. O = ద్విసంయోజనీయ ఆక్సిజన్ పరమాణువునకు గురుతు ; N ≡ త్రిసంయోజనీయ నైట్రోజన్ పరమాణువునకు గురుతు.

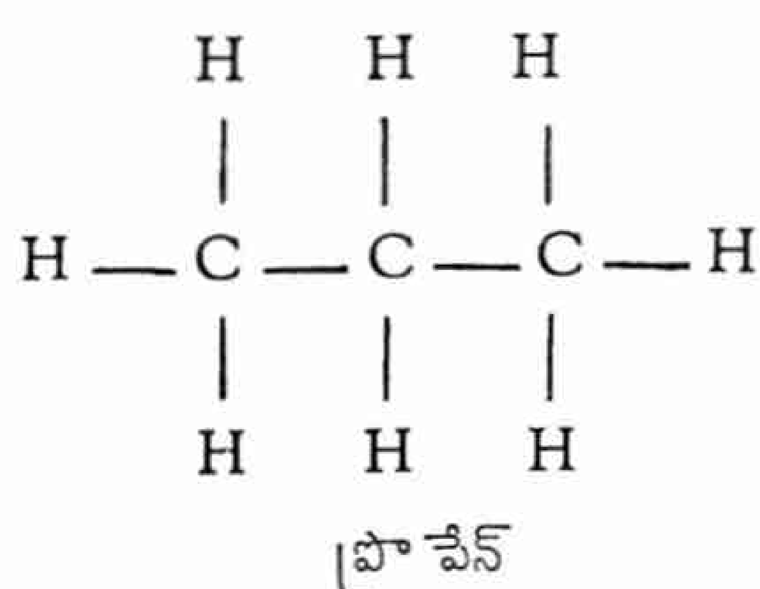
కార్బన్ ద్రవ్యములు ఏర్పడుటకు అత్యావశ్యకమగు కార్బన్ పరమాణుయోజనీయతను గురించి హైడల్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీ ఆచార్యుడగు కేకులే రెండు ముఖ్యమైన సూచనలు గావించెను :

1. కార్బన్ పరమాణుయోజనీయత నాలుగు. అది అన్నియౌగికములందును స్థిరముగా నుండును ;
2. కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితో నొకటి సంయోగము చెంది గొలుసుకట్టుగా ఏర్పడును.

కార్బన్‌పరమాణు ప్రత్యేకతను వ్యక్తముచేయు ఈ రెండవ గుణమువలననే అనేక యౌగికములు ఏర్పడుచున్నవి. కార్బన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంయోగము వలన ఎన్నియో హైడ్రోకార్బన్‌లు ఏర్పడుచున్నవి. మిథేన్, ఎథేన్, ప్రొపేన్ అను వాయువుల రేఖాచిత్ర సాంకేతికముల పరీక్షించిన కేకులే రెండు ఊహల నిజమును తెలియును.



మిథేన్ ఎథేన్

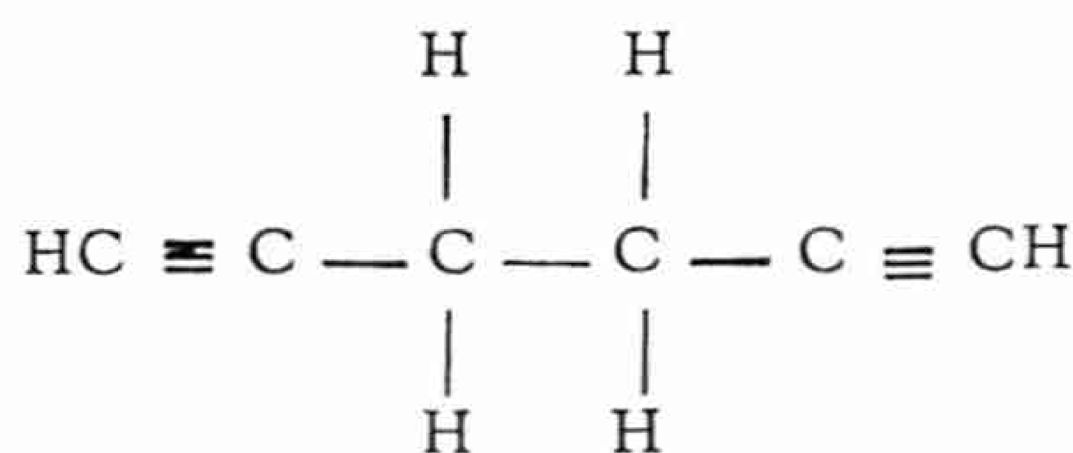


ప్రొపేన్

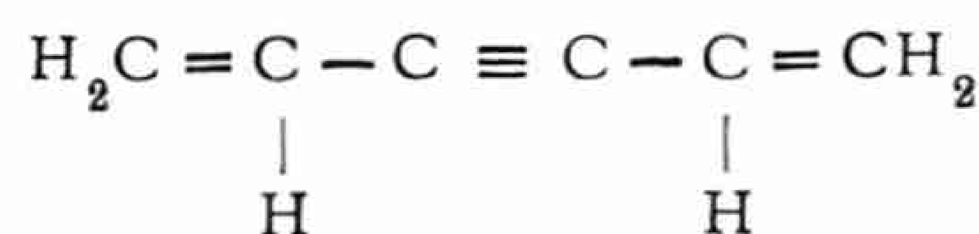
వీటియందు ఒకటి, రెండు, మూడు కార్బన్ పరమాణు లింకులు ఉన్నవి. ఇట్లే అవి అవధిలేకుండ లింకులుగా ఏర్పడుటకు అభ్యంతర మేమియులేదు. మాటకు ట్రయాకాంటేన్ అను హైడ్రోకార్బన్‌లో 30 కార్బన్ పరమాణులింకులు ఉన్నట్లు తెలియవచ్చినది. ప్రయోగఫలితములచే సమర్థింపబడిన కేకులే అభిప్రాయముల వలన అసంఖ్యాకములగు కార్బన్ ద్రవ్యము లెందుకున్నవో తెలిసినది.

ఆకాలముననే ఎడింబరో కళాశాలయందు సహాయోపాధ్యాయుడైన కూపర్ కూడ ఇట్టి అభిప్రాయములనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్ర సమాచారపత్రికలో స్వతంత్రముగా వెల్లడించెను. కాని, తదుపరి రోగగ్రస్తుడగుటచే పరిశోధనల విరమించుకొనుట వలన కూపర్ తన అభిప్రాయములను ప్రచారములో పెట్టలేక పోయెను.

ఈ పైని నిరూపించిన కేకులే, కూపర్ అభిప్రాయములు ఆలిఫాటిక్ (తైలాత్మక) వర్గమునకు చెందిన కార్బన్ యౌగికముల నిర్మాణమును మాత్రమే వివరించగలిగినవి. కార్బన్‌యౌగికములందు ఇంకొక జాతికిచెందిన యౌగికములకు గంధాత్మక ద్రవ్యములని పేరు. ఇవి సాధారణముగా సుగంధయుతములగుటచే ఈపేరు వీటికి వచ్చినది. వీటి నిర్మాణము కేకులే ఇదివరకు చేసిన సూచనలచే అవగతము కాలేదు. ఈ వర్గమునకు చెందిన యౌగికము లన్నిటికిని ఫారడేవలన కనుగొనబడిన బెన్జీన్ ప్రాతిపదిక. అనగా ఈ ద్రవ్యములు బెన్జీన్ నుండి వ్యుత్పన్నములు. బెన్జీన్ నిర్మాణము తెలిసిన వీటి నిర్మాణము తెలిసినట్లే అగును. బెన్జీన్ నిర్మాణమందు అతి క్లిష్ట సమస్య యొకటి ఇమిడియున్నది. బెన్జీన్ అణు సంకేతము $C_6H_6$ అని నిర్ణీతమైనది. కేకులే మొదటి సూచన ప్రకారము కార్బన్ యోజనీయత అవిచలితముగా నాలుగు అయినయెడల బెన్జీన్‌ను ఎథేన్, ప్రొపేన్‌వంటి వివృత శృంఖలయౌగికముగా నిరూపించవలె నినిన ఆరు కార్బన్ పరమాణువులకు మొత్తముమీద 14 యోజనీయ బంధములు తక్కిన పరమాణువులతో సంధించుటకు సిద్ధముగా నున్నట్లు చూపవలెను. అనగా, 14 హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంధించుటకు అవకాశము కలదు. కాని, ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్య ఆరు. అందుచే బెన్జీన్ వివృతశృంఖల రచనలలో మిగిలిపోయిన బంధములు ద్విబంధ, త్రిబంధ రూపములుగా నుండవలయును. అట్టి సవరణ క్రింది సాంకేతికములచే విశదమగును :



లేదా

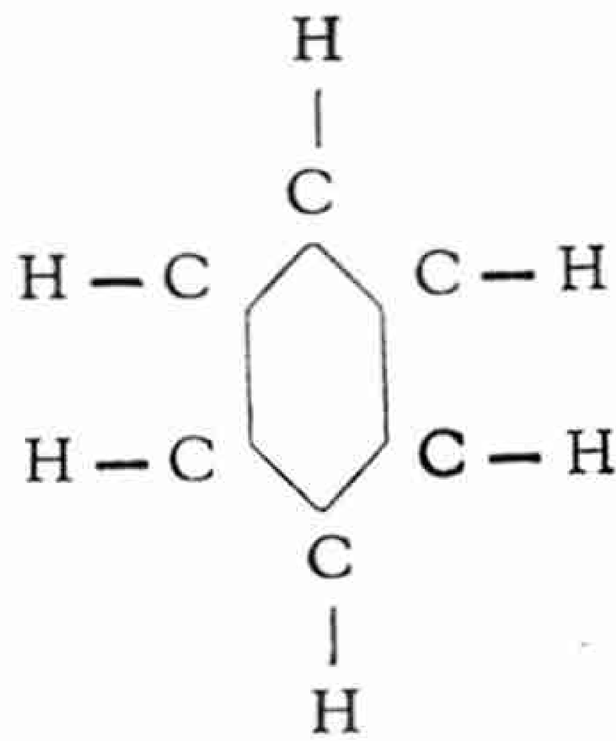


ఇట్లు ద్విబంధములు, త్రిబంధములు గల యౌగికములు అత్యంత అసంతృప్త స్వభావమును కనపరచునవిగను, అతిచురుకైనవిగను కన్పట్టును. కొంత అసంతృప్త స్వభావము బెన్జీన్‌కు ఉన్నను ఎనిమిది హైడ్రోజన్ అణువులు కొరతగాఉన్న పై వివృతశృంఖలయౌగికములు కనపరచు గాఢఅసంతృప్త ధర్మమును బెన్జీన్ కనపర్చదు. ఈ కారణములచే బెన్జీన్ నిర్మాణము క్లిష్టసమస్యగా పరిణమించినది.

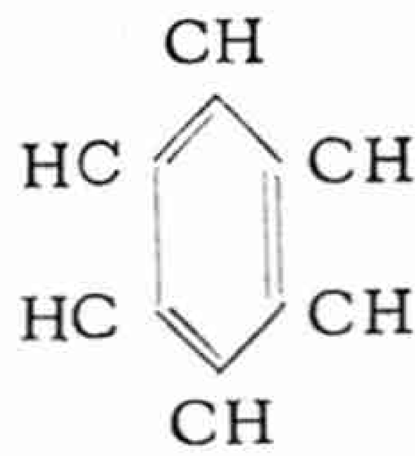
ఆలిఫాటిక్ ద్రవ్యనిర్మాణస్థితి వెల్లడించిన మరి ఏడు సంవత్సరములనాడు కేకులే ఘెంటు విశ్వ విద్యాలయాచార్యుడుగా నుండెను. ఒకపరి గ్రంథరచనానిమగ్నుడైన కేకులే విశ్రాంతికై కుర్చీలో చేరగిలబడి భావనా ప్రపంచములో తిరుగులాడసాగెను. కుంపటివేడికి చలి కాగుచు వెచ్చగా మగతగా పడుకొనియున్న కేకులేకు భావనాకాశములో బెన్జీన్ నిర్మాణదృశ్యము స్ఫురించినది. అతనికి తనకండ్లముందు మునుపటివలె పరమాణునాట్యము

ప్రత్యక్షమయ్యెను. ఈ పర్యాయము కార్బన్ పరమాణువులు శ్రేణులుకట్టి నృత్యముచేయుటకాక శ్రేణి వలయమై పాము తనమేనువంచి తోకను మింగుచున్నట్లు అగుపడెను. అప్పుడు తను మెరుపుతో కొట్టిలేపినట్లుగా అయి మెలకువ తెచ్చుకొని బెన్జీన్ నిర్మాణమును వలయ రూపమున నిరూపించయత్నించెను.

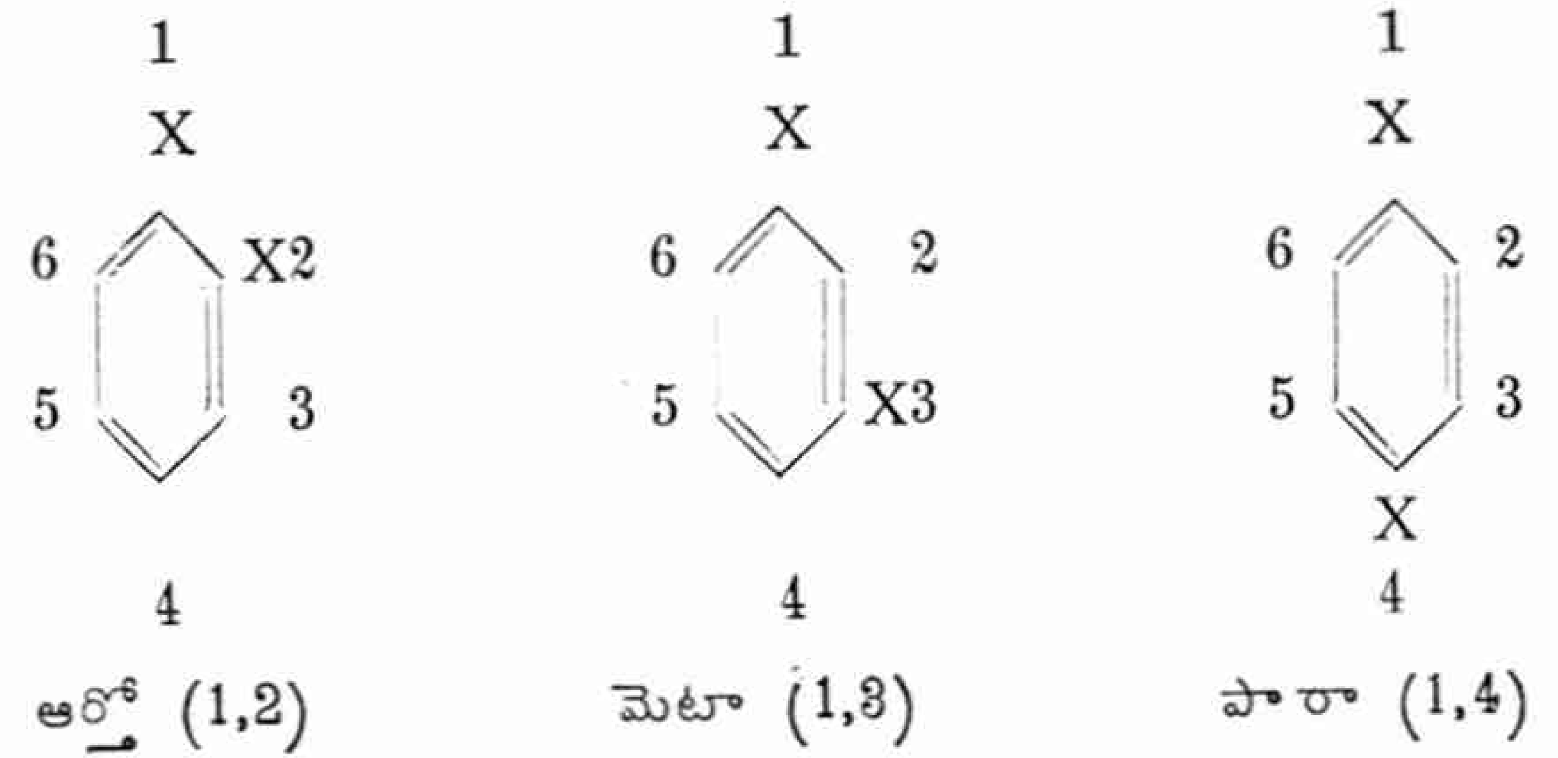
వలయరూప నిర్మాణకల్పన బెన్జీన్ రాసాయనికధర్మముల అనేకమును వివరించగలదు. కాని, వలయ నిర్మాణములో క్రిందిచిత్రములో చూపించినట్లు ప్రతి కార్బన్ పరమాణువునకు మూడు యోజనీయతలే ఖర్చు పడినట్లు కనపడుచున్నవి:




నాల్గవ యోజనీయతను పరిష్కరించు సందర్భమున కేకులే కాక అనేకు లితరులు అనేకత్రోవల త్రొక్కినారు. అట్టివారలలో లీడెన్ బర్గ్, బేయర్, ఆర్మ్‌స్ట్రాంగ్, క్లాస్, తీలె ముఖ్యులు. కొనకు కేకులే పరిష్కారమే ఇప్పటికిని నిలచి ఉన్నది. కేకులే పరిష్కారమే అతిచమత్కారమైనది. ఆయనదృష్టిలో మరి మూడు బంధములకు వలయములోఉన్న కార్బన్ పరమాణువులమధ్య ఏకాంతరముగా నుంచిన, ప్రతి కార్బన్ పరమాణువునకును నాల్గవ యోజనీయత సులభముగా సంపాదితమగును.




కాని, దీనితో శాస్త్రలోకము బెన్జీన్ రచనను గురించిన అంతిమ నిర్ణయమునకు రాలేదు. ఈ నిర్ణయము ఎట్లు జరిగినదియు తెలిసికొనుముందు కర్నర్ అను జర్మను రాసాయనికుని పరిశోధన లెట్లు కేకులే సిద్ధాంతమును బలపరచినవో అరయుట ఆవశ్యకము. బెన్జీన్ మండలమునందు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ప్రతిస్థాపించిన రెండు పరమాణువుల పరస్పరసన్నివేశమునుపట్టి, రెండునూ ఒకదానికొకటి పార్శ్వవర్తి అయినప్పుడు 'ఆర్తో' అవస్థానమనియు, ఏకాంతరముగానున్నప్పుడు 'మెటా' అవస్థానమనియు, అభిముఖముగా నున్నప్పుడు 'పారా' అవస్థానమనియు సాంకేతికములుగల మూడుసమాంగరూపము లేర్పడును. ఈ పై పేర్కొనిన సన్నివేశములను క్రింది చిత్రములు విశదపరచును:

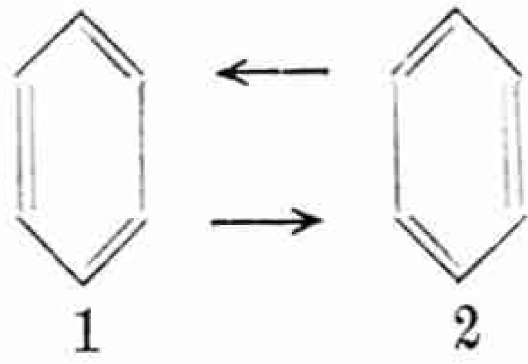



ఆర్తో (1,2) మెటా (1,3) పారా (1,4)

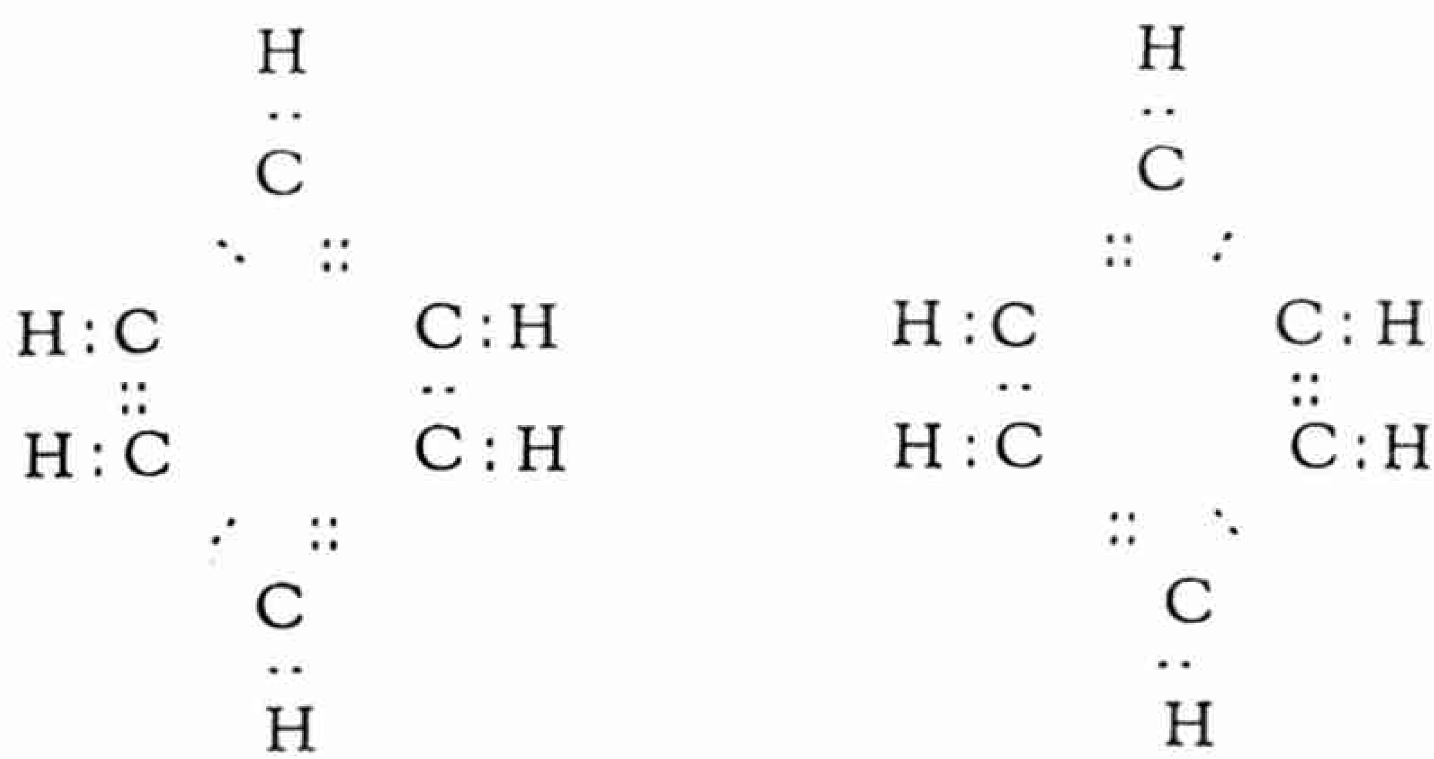
సమీపస్థితి, ఏకాంతరస్థితి - అభిముఖస్థితి, ఇట్లు ద్విప్రతిస్థాపిత ఉత్పన్నములలో మూడు రకములుండుట బెన్జీన్ షట్కోణీయ రచననుండి ఆకృష్టమైన ఊహ ; ప్రయోగము ఈ ఊహను పోషించుచున్నది. ఏలన ఈ రకపు వ్యుత్పన్నములు మూడింటికన్న ఎక్కువ లేవు. ఈ సమాంగరూపములు స్థానభేదముచే ఏర్పడినవి ; కనుక వీటికి స్థానీయసమాంగ రూపములని వ్యవహారము.

అందుచే కేకులే సూచించిన షట్కోణీయ రచన సమంజసముగా నున్నటుల ఊహించవచ్చును. బెన్జీన్ రచనలో మూడు ద్విబంధముల అంగీకారముతో కార్బన్ పరమాణువు నాల్గవ యోజనీయతను కేకులే సాధించినను ఈ ద్విబంధములను ఏకాంతరముగా స్థిరముగా నుంచిన మరి కొన్ని చిక్కులు తటస్థించుచున్నవి. ఈ రచనా ప్రకారము ద్విప్రతిస్థాపితోత్పన్నములు (1,2) (1,3) (1,4) (1,6) అని నాలుగుండవలెను. ఏలన (1,2) రూపము, (1,6) రూపము కన్న ద్విబంధన సన్నివేశముచే భిన్నముగా కనిపించుచున్నది. ప్రయోగ మీ ఊహను సమర్థించలేదు. అందుచే కేకులే సూచించిన రచన నిర్దుష్టముగాదు. ఈ ఆక్షేపణకు సమాధానముగా కేకులే బెన్జీన్ రచనయందు ద్విబంధనముల స్థానములు ప్రతికార్బన్ పరమాణువునకు ఇటునటు అతివేగముతో స్పందించునని సూచించెను. ఈ స్పందన వేగము అధికమైనచో 1,2 - 1,6 సమాంగరూపములు భిన్నరచన గలిగినవే అయినను అవి స్థిరముగానున్న కాలము చాల తక్కువగుటచే వాటిని విడదీసి చూపుటకు అవకాశము చాలదని చెప్పవచ్చును. కేకులేయొక్క ఈ ఆఖరు సూచనను నవీనకార్బన్ రాసాయనికులు ఒక విధముగా ఆమోదించి నవీనబెన్జీన్ సిద్ధాంతమునకు ప్రాతిపదికగా అంగీకరించిరి. నవీన సిద్ధాంత ప్రకారము బెన్జీన్ రచన అంతిమ రూపములు రెండింటిమధ్య ఊగులాడు

చుండునని కాని, లేదా ఈ రెండు అంతిమ రూపముల సమ తోలనస్థితియనికాని చెప్పుట యుక్తము కాదు.



బెన్జీన్ వాస్తవరచన ఈ రెండింటికి మధ్యస్థముగా నుండునని నవీనుల అభిప్రాయము. ఈ నిష్కర్షకు వారు పరమాణు యోజనీయతను ఎలక్ట్రాన్‌ల వ్యాపారముగా వివరించుసందర్భములో వచ్చిరి. ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంత దృష్టిలో యోజనీయత ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవృత్తి. పరమాణువులమధ్య స్థాపితమగు ప్రతి బంధమునకును రెండేసి ఎలక్ట్రాన్ లుండవలయును. ఈ దృష్టిలో కేకులే స్పంద ద్విబంధన సిద్ధాంతమును బంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్‌ల చొప్పున వాడుకచేసి క్రింది విధముగా నిరూపించవచ్చును:




బెన్జీన్ రచన వాస్తవికముగా ఈ రెండురూపములలో నేదేని ఒకదానిని స్థిరముగా ఆశ్రయించి ఉండదు. ఈ రెండింటికిమధ్య నుండి చిత్రముచే నిరూపించుటకు వీలులేని ఒకానొక సంకరరూపమును ఆశ్రయించి ఉండునని నవీనుల సిద్ధాంతము. ఈ రెండు అంతిమరూపములకు కార్బన్ పంజరములో భేదము ఇసుమంతయు లేదు. అటులనే కార్బన్ పరమాణువులకు అంటుకొనిన హైడ్రోజన్ పరమాణు సన్నివేశములలోకూడ భేదములేదు. భేదమంతయును ఎలక్ట్రాన్‌ల సన్నివేశములోని మార్పువలన వచ్చినది. కార్బన్ పరమాణువుల మధ్యనున్న ఎలక్ట్రాన్‌ల సన్నివేశము అతిత్వరితముగా మారుచుండుటచే ఈ భేదమేర్పడినది. అస్థిరరచనగల యౌగికమును స్థిరసాంకేతికముచే నిరూపించవీలులేదు. బెన్జీన్ వాస్తవిక రచన ఈ రెండు రూపములమధ్య ప్రతిష్ఠితమై యుండునని చెప్పుటకు బదులుగా అది రెండు రూపములమధ్య అనునదించుచుండునని నవీనులందురు. దీనికే అనునదనము అని పేరు (చూ. అనునదనము).

## ఇటీవలి కార్బన్ రాసాయనిక విజ్ఞానము

1856లో రోయల్ కాలేజి ఆవ్ కెమిస్ట్రీలో పనిచేయుచున్న సర్ విలియమ్ పెర్కిన్ అను 18 ఏండ్ల యువకుడు క్వినైన్‌ను తయారుచేయ నుద్దేశించి, ఆనిలీన్ అను కార్బన్ యౌగికమును పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్‌తో ఆక్సీకరించినపుడు ఒక నల్లని ముద్ద లభించినది. ఇందు 5% ఊదారంగు వర్ణద్రవ్యమొకటి గుర్తించబడినది. ఇది తరువాత కృత్రిమ వర్ణద్రవ్యములలో మొదటిదిగా ప్రసిద్ధికెక్కినది. కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్ర నవీనయుగము ఈ పెర్కిన్ చేసిన ప్రయోగముతో ప్రారంభమైనదని చెప్ప వచ్చును.

తరువాతి వికాసమంతయు క్రింది విధమున సంగ్రహించనగును.

ఈ రాసాయనికశాస్త్రశాఖ అతిత్వరితముగా అభివృద్ధి చెందుటకు కారణమైన రాసాయనిక మూలసిద్ధాంతముల స్థాపన.

కార్బన్‌ద్రవ్యయౌగికసంపదను అతివేగముగా పెంపొందించగల కృత్రిమసాధనపద్ధతుల అభివృద్ధి.

ప్రకృతియందుండు యౌగికముల సంఘటనలను నిర్ణయించుట.

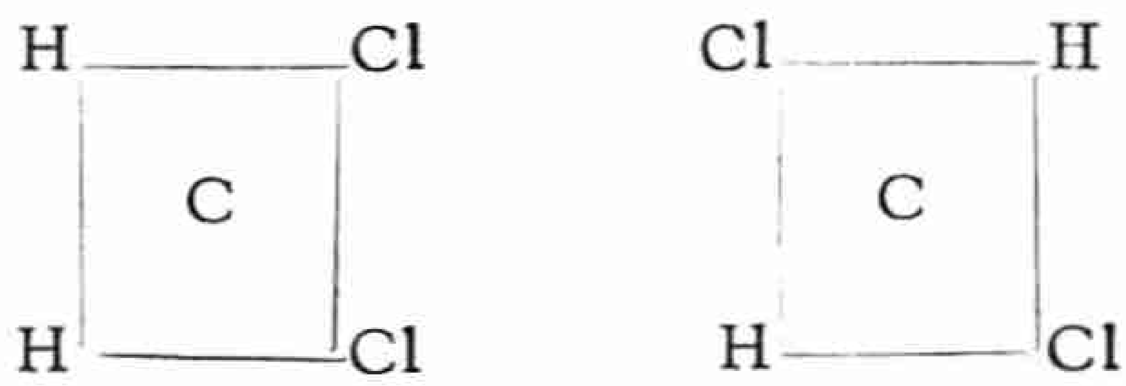
చెట్లలోను, జంతువులలోను జరుగు జీవరసాయన విధానములను శోధనాగారములో అనుకరించుట.

ప్రకృతినుండి సంపాద్యమగు వర్ణములకు అనుకారమగు వర్ణములు, సుగంధద్రవ్యములు, ఔషధములు, ప్లాస్టిక్‌లు, కృత్రిమరబ్బరు మొదలగు నవీన నాగరికతా చిహ్నములగు వస్తువులను తయారుచేయుట ప్రయోజనముగాకల వినియుక్త కార్బన్‌రాసాయనిక శాస్త్రాభివృద్ధి.

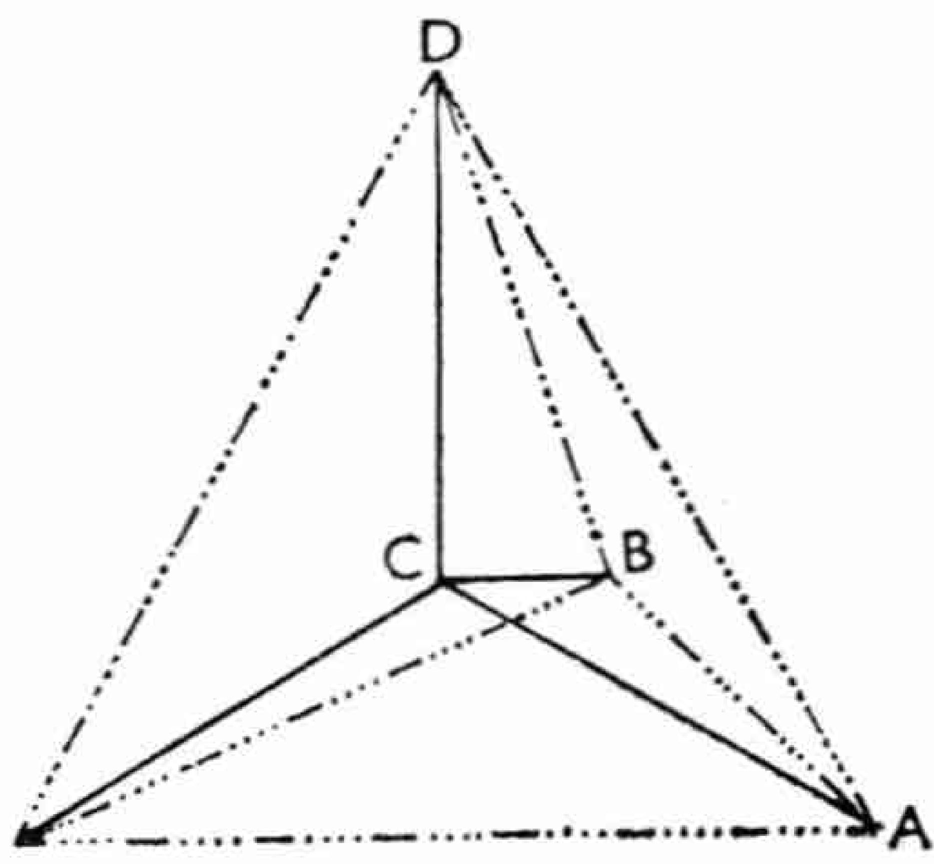
నవీన కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్ర పరిణామ చరిత్రలో 1860 వ సంవత్సరమును ఒక ఘట్టముక్రింద పరిగణింపవచ్చును. ఏలన రాసాయనికశాస్త్రమూలశాఖలగు అకర్బన, కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రములకు మూలాధారమగు పరమాణు, అణు, యోజనీయతా సిద్ధాంతములు ఈ సంవత్సర ప్రాంతముననే ప్రమాణబద్ధములై స్థిరరూపమును దాల్చినవి.

కార్బన్ రాసాయనికులే ఈ పరిణామమునకు ఒక విధముగా దోహదముచేసినవారైనారు. ఏమన, వీరలు కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్ర పద్ధతికై పాటుపడుటయేకాక వీరి ప్రయత్నములవలన ఆవర్త క్రమస్థాపనకు అత్యంతావశ్యకమగు మూలద్రవ్యముల యథార్థపరమాణుభారములను నిర్ణయించుట సాధ్యమైనది. ఈ పరమాణుభారనిర్ణయము

నకు ఆవశ్యకమగు అణుభారనిర్ణయము ఆవాగాడ్రో కల్పనపై ఆధారపడియున్నది. ఆవాగాడ్రోకల్పన బాష్పశీలములగు ద్రవ్యముల విషయముననే సార్థకము. అట్టి బాష్పశీలములగు ద్రవ్యములు అకర్బనద్రవ్యక్షేత్రములో చాల అరుదు. కార్బన్‌యౌగికము లనేకములు బాష్పశీలము లగుటచే అణుభార నిర్ణయమునకు, తద్వారా పరమాణు భార నిర్ణయమునకును చాల తగియున్నవి. కార్బన్ పరమాణువునకున్న నాలుగు యోజనీయతలును ఆ పరమాణువుచుట్టు సమతలములో వ్యాపించియున్నవని కేకులే ఊహించినాడు. ఈయన ఊహప్రకారము కార్బన్ పరమాణువు ఒక సమచతుర్భుజకేంద్రమున ఉన్నదను కొనినఎడల దాని నాలుగు యోజనీయతలు చతుర్భుజపు నాలుగు కోణములవైపు వ్యాపించియుండును. ఈ కల్పన నిజమే ఐనచో ఈ క్రిందను సూచించిన ప్రకారము మెతిలీన్ డైక్లోరైడ్ (డైక్లోరో మితేన్) రెండుసమాంగరూపములను కనపర్చవలయును.




ఒక సమాంగరూపములో రెండు క్లోరీన్ పరమాణువులు చతుర్భుజపు అంచుమీద సన్నిహితముగాను, రెండవదానిలో అభిముఖ కోణముల మీదను ఉండవలెను. ప్రయోగము ఇట్టి సమాంగరూపములను తయారుచేయలేకపోయినది కాబట్టి, కార్బన్ పరమాణు యోజనీయతల సన్నివేశము పైకల్పనను అనుసరించి సమతలముగా లేదన్నమాట స్పష్టము. 1874 వ సంవత్సర ప్రాంతమున కేకులే శిష్యుడగు ఫాన్ట్‌హాఫ్ అను నొక డచ్ యువకుడు, రాసాయనికుడు కార్బన్ పరమాణువునాలుగు యోజనీయతల సమానత్వమును నిర్మాణసిద్ధాంత ప్రకారము వివరించవలెనని పరమాణువు చుట్టును ఆ నాలుగు యోజనీయతలు ఒకదానికొకటి సమాన




దూరములో ఉన్నట్లు ఊహించవలెనను నిర్ణయమునకు వచ్చెను. అనగా, పరమాణుగోళ కేంద్రమునుండి దానిపై లిఖించిన సమచతుస్తలకము (అనగా, కేంద్రమునుండి సమానదూరములోనున్న నాలుగుకోణములు కలది). నాలుగు కోణముల వైపు నాలుగు యోజనీయతలు వ్యాపించియుండును.

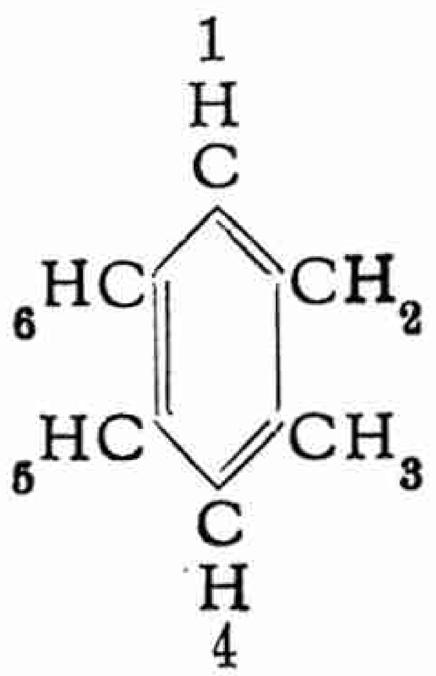
A, B, D, E సమచతుస్తలకము. మధ్యనున్న C కార్బన్ పరమాణువునకు గురుతు. CA, CB, CD,CE లు దాని యోజనీయతలు. ఈ చిత్రమును పరిశీలించినచో యోజనీయతలన్నియు ఒకతలముపై లేనట్లు స్పష్టము. ఫాన్ట్‌హాఫ్‌తో వూర్ట్స్ శోధనాగారములో పనిచేయుచున్న లెబెల్ అను ఫ్రెంచ్‌విజ్ఞాని కార్బన్ పరమాణువుయోజనీయతల సన్నివేశము విషయమై పైని పేర్కొనిన ఫాన్ట్‌హాఫ్ నిష్కర్షకే వచ్చెను. కాని, లెబెల్ త్రొక్కిన మార్గము వేరు. టార్టారిక్ ఆసిడ్‌పై పస్టూర్ కావించిన పరిశోధనలు, ఈ ఆమ్లముల రాసాయనిక ధర్మము లొకటైనను భౌతికధర్మములలో ముఖ్యముగా కాంతిచైతన్యములో భేదమును కనపరచు రెండు చాక్షుషసమాంగ రూపములలో నుండునని రుజువుచేసినవి. ఈ సంఘటన వివరించుటను ముఖ్యోద్దేశముగా పెట్టుకొనిన లెబెల్, కేకులే నిర్మాణ సిద్ధాంతమునుండి బయలుదేరి ఫాన్ట్‌హాఫ్ వచ్చిన నిర్ణయమునకే వచ్చెను. కాని, వీరిద్దరు ఒకనాడైనను ఈ విషయమునుగురించి ఒకరితోనొకరు సంప్రతించలేదు. వీరిద్దరిచే నిరూపితమైన కార్బన్‌పరమాణుయోజనీయతల అంతరాళసన్నివేశమును గురించిన ఈ ఫాన్ట్‌హాఫ్ లెబెల్ కల్పన అంతరాళరాసాయనికశాస్త్రము (స్పేస్ కెమిస్ట్రీ) అను పేర బరగు రాసాయనికశాస్త్రశాఖ అభివృద్ధికి చాలసహాయ పడినది. కార్బన్‌పరమాణువు నాలుగుయోజనీయతలును నాలుగు వేరువేరు పరమాణువులనుకాని, పరమాణు గణములను కాని ఆకర్షించినపుడు అణురచనయందేర్పడిన అసౌష్ఠవము ఆ కార్బన్ యౌగికపు కాంతిచైతన్యమునకు కారణమని ఈ కల్పన వివరించుచున్నది. ఇట్టి కార్బన్ పరమాణువు అసౌష్ఠవ కార్బన్‌పరమాణువు అను పేర బరగుచున్నది. యౌగికము యొక్క చాక్షుష ప్రతిలోమములు స్ఫటికస్థితిలోను, అణురచనలోను, వస్తువు, అద్దమునందలి దాని ప్రతిబింబమట్లు పరస్పరాభిముఖ సంబంధమును కలిగి యుండును. ఈ పరిస్థితి యౌగికములో అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువున్న కాని సంభవించదు (చూ. సమాంగరూపత).

అణుఅసౌష్ఠవమునుండి కాంతి చైతన్యము జనించు సంఘటన కార్బన్ యౌగికములందేకాక గంధకము, సిలీనియమ్, నైట్రోజన్ మొదలగు ఇతరపరమాణుయౌగికములందుకూడ వ్యక్తమగునని తెలిసినది. ఎక్కడైనను కాంతి చైతన్యము అభివ్యక్తముకావలెననిన అచ్చోట యౌగికమధ్యమున బహుయోజనీయతగల పరమాణు

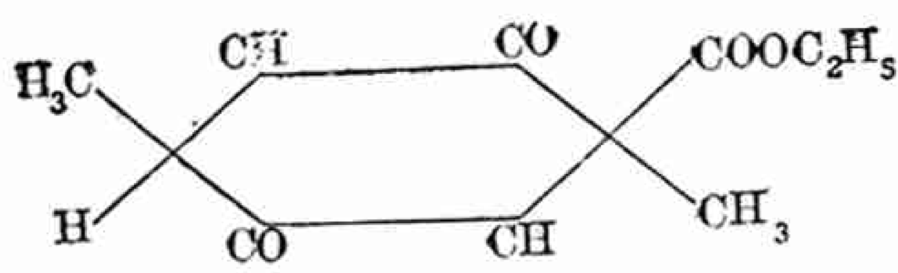
వుండి ఆ యోజనీయతలు వేరువేరు గణముల నాకర్షించు నవిగాకూడ నుండవలయును. ఇట్టి యౌగికములను పోప్, పీచీ మొదలగు వైజ్ఞానికులు కనుగొనినారు.

ఈ పై వివరణమంతయు కాంతి చైతన్యము అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు యౌగికమందున్న కాని, అభివ్యక్తము కాదన్న భావమును సమర్థించుచున్నది. కాని ఫాన్ట్ హాఫ్ అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు లేకపోయినను అణురచన మొత్తముమీద సౌష్ఠవరహితముగా నున్నచో కాంతి చైతన్యము పొడసూపకలదని, రచనా సౌష్ఠవసిద్ధాంతమునుండి ఒక నిర్ణయమునకు రాగలిగెను. అనగా, కాంతి చైతన్యాభివ్యక్తికి అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు ప్రధాన కారణము కాదనియు, ఏవిధమునైనైన అణురచనలో సంభవించు అసౌష్ఠవమే ముఖ్యకారణమనియు ఈ నిర్ణయమునకు అర్థము. ఈ నిర్ణయమును ఫాన్ట్ హాఫ్ తరువాతి కార్బన్ రాసాయనికులు ప్రాయోగికముగా అట్టి యౌగికము లనేకములను బయట పెట్టి సమర్థింపగలిగిరి. ఈ భావములను ఒక ఉదాహరణ సహాయమున తెలిసికొందము.

ఆరుకార్బన్ పరమాణువుల వలయాకారరచన బెన్జీన్ అణువులో కనపడుచున్నది.

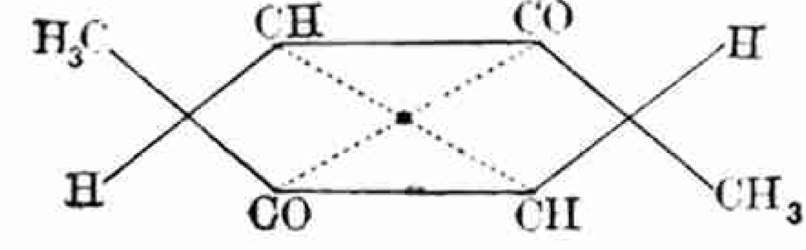



ఈ చిత్రమందు చూడదగు విశేషమేమనిన వలయములోనున్న ప్రతికార్బన్ పరమాణువును రెండు సజాతీయ పరమాణువుల మధ్య నుండుటచేత దాని ఇరుపార్శ్వములనున్న యోజనీయతలు సమబద్ధమగుట స్పష్టము. అందుచే బెన్జీన్ నుండి హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వేరువేరు విధములగు గణములచేత తొలగించగా ఉత్పన్నమగు యౌగికములందు వలయకార్బన్ పరమాణువునకు సంబంధించిన రెండు యోజనీయతలు ఎప్పుడును సమానములే యగును. దీనిఫలము: బెన్జీన్ వలయములో అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువు ఉండుటకు వీలులేదు. అయినను, క్రింది రచనగల యౌగికము కాంతి చైతన్యమును చూపును. దీని కాంతి చైతన్యము, అణురచనలో




డై కీటో డై మెథిల్ సక్సినిలో సక్సినిక్ ఎస్టర్

సౌష్ఠవము లేకపోవుటచే కలిగినది. ఈ రచనయందు $COOC_2H_5$ గణమును $-H$ గణముచే తొలగించినచో కాంతి చైతన్య మంతరించును. ఈ నూతన యౌగిక రచనలో కేంద్ర సౌష్ఠవము ఒకటి ఏర్పడినది. చిత్రకేంద్రబిందువు




డై కీటో డై మెథిల్ సక్సినిలో సక్సినిక్ ఆసిడ్

నుండి పరిసర కార్బన్ పరమాణువులలో దేనివైపుకైన ఒక సరళ రేఖను ఒక దిక్కులో మనము గీసిన తారసిల్లు పరమాణు సన్నివేశము దానికి సరిగా అభిముఖముగా నున్న కార్బన్ పరమాణువువైపు గీచినను తారసిల్లును. అందుచేత చిత్రకేంద్ర బిందువు రూఢిగా కేంద్రసౌష్ఠవమును సూచించుచున్నది. ఇది కారణముగా కాంతి చైతన్యము అంతరించినది. కార్బన్ యోజనీయతలు చతుస్తలక కోణములవైపు ప్రసరించియుండునను భావము నుండి ఫాన్ట్ హాఫ్ అసంతృప్త యౌగికములకు చెందిన ఇదివరకు తెలియని మరియొక సమాంగతావిశేష ముండవలెనని చెప్పగలిగెను. పారఫిన్ యౌగికములందువలె రెండు కార్బన్ పరమాణువులు ఒక్కొక్క యోజనీయతనే పరస్పరబంధముగా స్వీకరించక ఈ యౌగికములందు కార్బన్ పరమాణువులు రెండేసి యోజనీయతల నుపయోగించి బంధము ఏర్పరచుకొన్నవి. ఈ సంవిధానములో ద్విబంధముగా నేర్పడిన యోజనీయతలు చతుస్తలకములో వాటి స్వాభావికకోణము తగ్గి దగ్గరపడుటచే వాటి సన్నివేశములలో కొంత 'బిగి' ఏర్పడినది. ఏకయోజనీయ బంధమునందు మనకు గోచరమగు కార్బన్ పరమాణువుల భ్రమణస్వాతంత్ర్యము అంతరించినది. అందుచే స్థిరబద్ధము లగు అకర్బన పరమాణువులతో చేరియున్న ఇతరపరమాణువుల లేదా గణములస్థితి అంతరాళములో స్థిరముగ నిలచియుండును. ఈ విధమగు బంధమునకు ఎతిలీన్ బంధమని పేరు. ఈ బంధమునందు పైని వివరించినట్లు బిగి ఏర్పడుటచే అది దౌర్బల్యజనకమే అయినది. ఒక కార్బన్ పరమాణువు మరియొక కార్బన్ పరమాణువుతో ద్విధాబద్ధమైనప్పుడు ప్రతికార్బన్ పరమాణువునకు రెండేసిచొప్పున మొత్తము నాలుగు గణములు సంయోజితములు కాగలవు. ద్విబంధనయుత కార్బన్ పరమాణువులు గల యౌగికములు సమాంగరూపములను ప్రదర్శించగలవు. అది ఎట్లనిన, ద్విబద్ధమగు రెండు కార్బన్ పరమాణువులతో సంయుక్తమైన రెండు సమానగణములును బంధమునకు ఒకే వైపున్నచో ఒకసమాంగరూపము, ఇటునటు ఉన్నచో

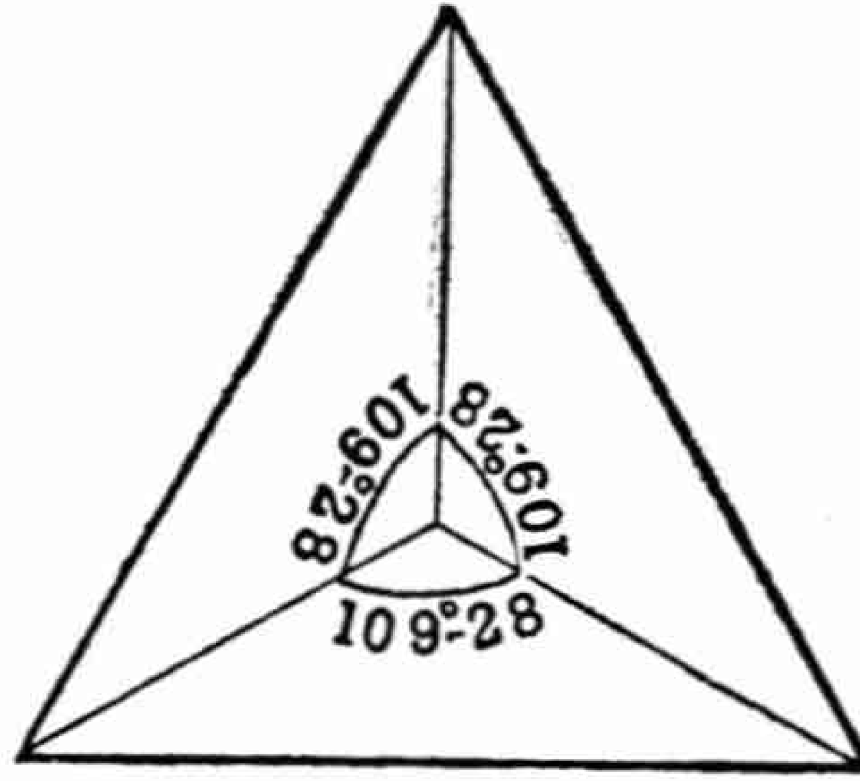
రెండవ సమాంగరూపము ఏర్పడును. ఈ సన్నివేశము క్రింది చిత్రములను చూచిన విశదమగును :

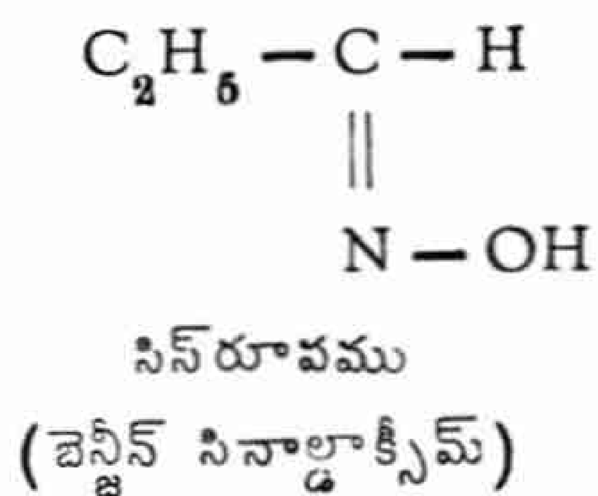
| I. B — C — A | II. B — C — A |
|---|---|
| ‖ | ‖ |
| B — C — A | A — C — B |
| సమానగణములు బంధమునకు ఒకేవైపున ఉన్నస్థితి. | సమానగణములు బంధమునకు ఇటునటు ఉన్నస్థితి. |

A కార్బాక్సిల్ గణమై B హైడ్రోజన్ పరమాణువు అయినపుడు ఏర్పడు మొదటియాగికము మెలీయిక్ ఆసిడ్, రెండవది ఫ్యుమేరిక్ ఆసిడ్.

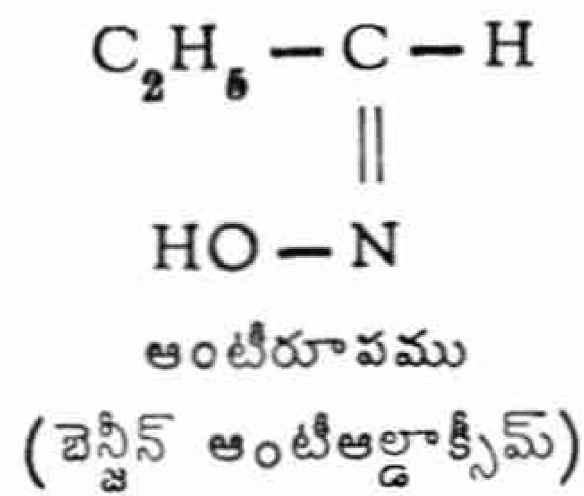
| H — C — COOH | H — C — COOH |
|---|---|
| ‖ | ‖ |
| H — C — COOH | HOOC — C — H |
| మెలీయిక్ ఆసిడ్ (ఏకపక్ష) సిస్‌రూపము | ఫ్యుమేరిక్ ఆసిడ్ విపరీత పక్ష ట్రాన్స్‌రూపము. |

ఇట్టి సమాంగరూపతకు సిస్-ట్రాన్స్ లేదా జామితీయ సమాంగరూపత యని వ్యవహారము. సమాన గణములు బంధమునకు ఒకవైపునే కల రూపమునకు సిస్ లేదా ఏకపక్షరూప మనియు, తద్భిన్న రూపమునకు ట్రాన్స్‌రూప మనియు పేర్లు. ద్విబంధముతో కలుపబడు పరమాణువులు రెండును కార్బన్ పరమాణువులే అయిఉండవలెనను నిర్బంధములేదు. ఆక్సీమ్‌లయందువలె ఒకటి నైట్రోజన్ పరమాణువు కావచ్చును.



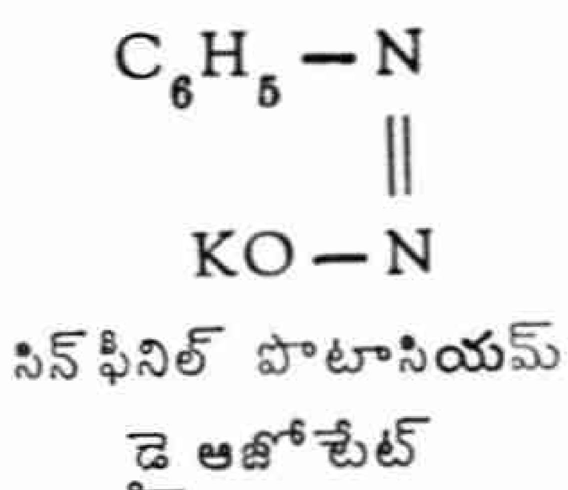




సిస్‌రూపము
(బెన్జిన్ సినాల్డాక్సీమ్)

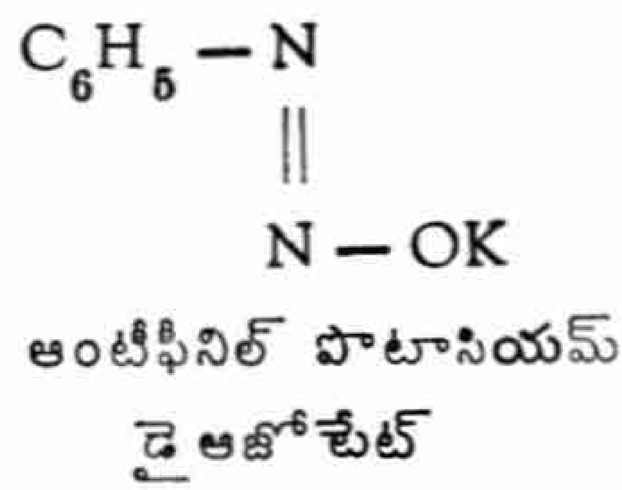



ఆంటీరూపము
(బెన్జిన్ ఆంటీఆల్డాక్సీమ్)

లేదా డై ఆజోయాగికములందువలె రెండును నైట్రోజన్ పరమాణువులు కావచ్చును.




సిస్ ఫినిల్ పొటాసియమ్ డై ఆజోటేట్



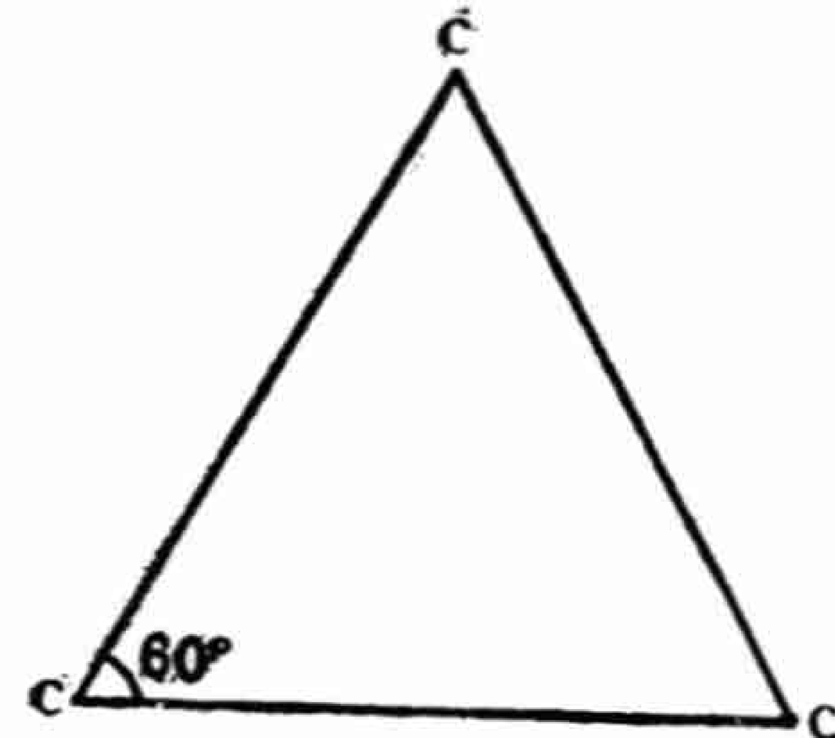

ఆంటీఫినిల్ పొటాసియమ్ డై ఆజోటేట్

పై దృష్టాంతములో 'ట్రాన్స్' అను పదము ఈ రెండు దృష్టాంతములలో 'ఆంటి' అను పదముచే సంప్రదాయము ననుసరించి అనువదింపబడినది.

కార్బన్ యాగికముల నిర్మాణసిద్ధాంతమును ఒక విధముగా విపులీకరించి వలయపారఫిన్ యాగికముల స్థిర పరిస్థితులను వివరించుటకు ప్రయత్నించినవాడు బేయర్ ఎడోల్ఫ్‌వాన్ అనుజర్మను శాస్త్రజ్ఞుడు. ఈయన సిద్ధాంతమునకు 'స్ట్రెయిన్' లేదా 'బిగి' సిద్ధాంతమని పేరు. ఫాన్ట్‌హాఫ్ చే సూచింపబడిన చతుస్తలకకల్పనానుగుణముగ ఏ రెండు కార్బన్ యోజనీయతలమధ్యనైన ఏర్పడుకోణము 109° 28′ ఉండవలెను.

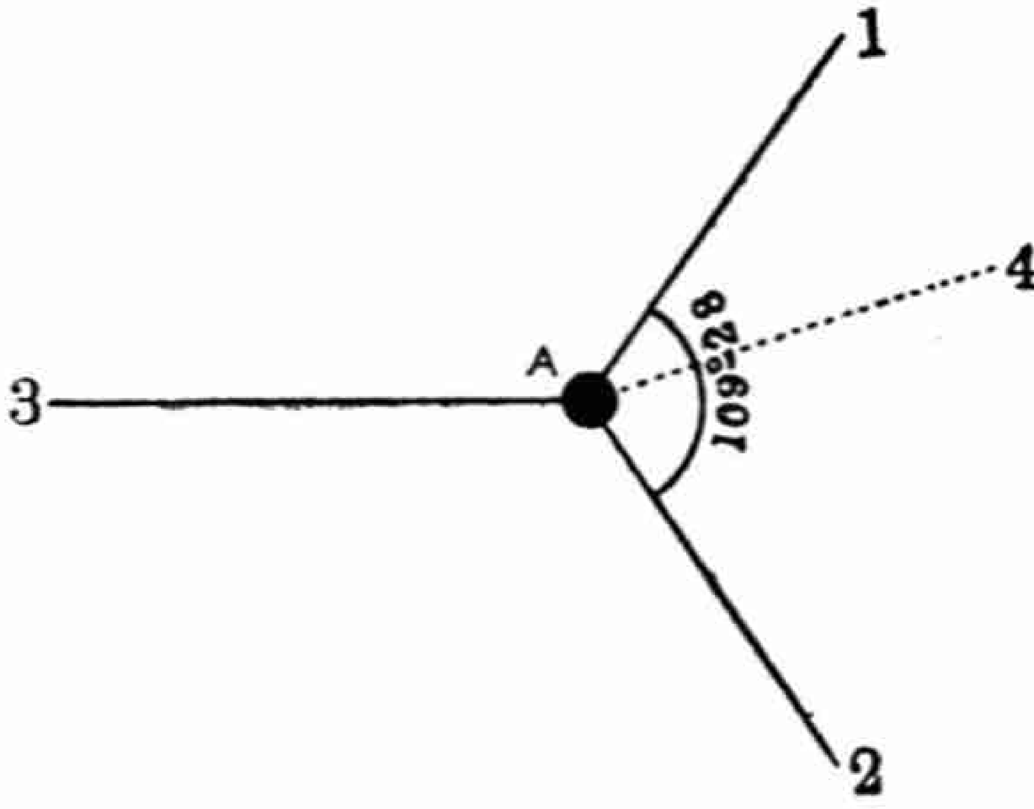
ఇట్టి సమచతుస్తలకముచే ప్రదర్శితమగు రెండుకార్బన్ పరమాణువులమధ్య ద్విబంధము ఏర్పడినపుడు ఆ ద్విబంధములో పాల్గొను రెండు యోజనీయతలు వాటి నైసర్గిక దిశలనుండి పూర్ణముగా వంచబడియుండును.

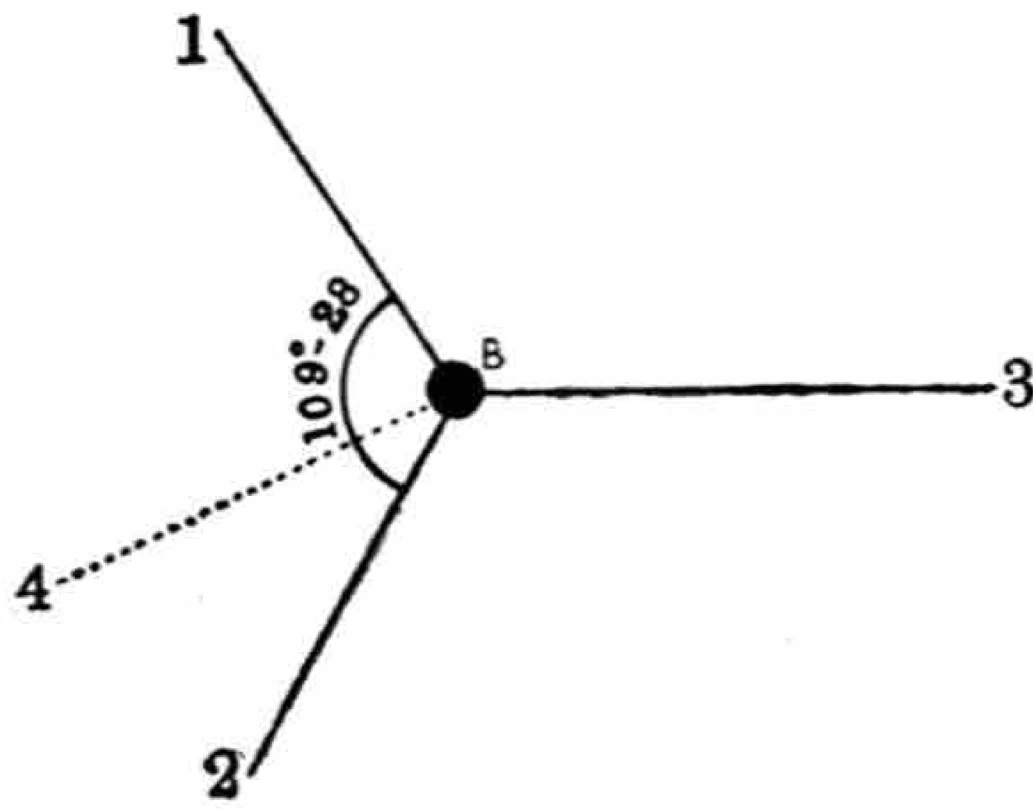
A,Bలు రెండు పరమాణువులు. వాటి యోజనీయతలు చతుస్తలక కోణములవైపు వ్యాపించి యున్నట్లు చూపబడినవి. రెండు యోజనీయతలమధ్యకోణము 109° 28′ ఈ రెండు కార్బన్ పరమాణువులమధ్య ద్విబంధము ఏర్పడినపుడు అభిముఖముగావున్న ప్రతి కార్బన్ పరమాణువుకుచెందిన 1,2 యోజనీయతలు వాటి సహజదిక్కులనుండి మళ్ళి మధ్యనున్న కోణము శూన్యమగును. అనగా పైన, క్రిందను ఉన్న యోజనీయతలు పరస్పరము

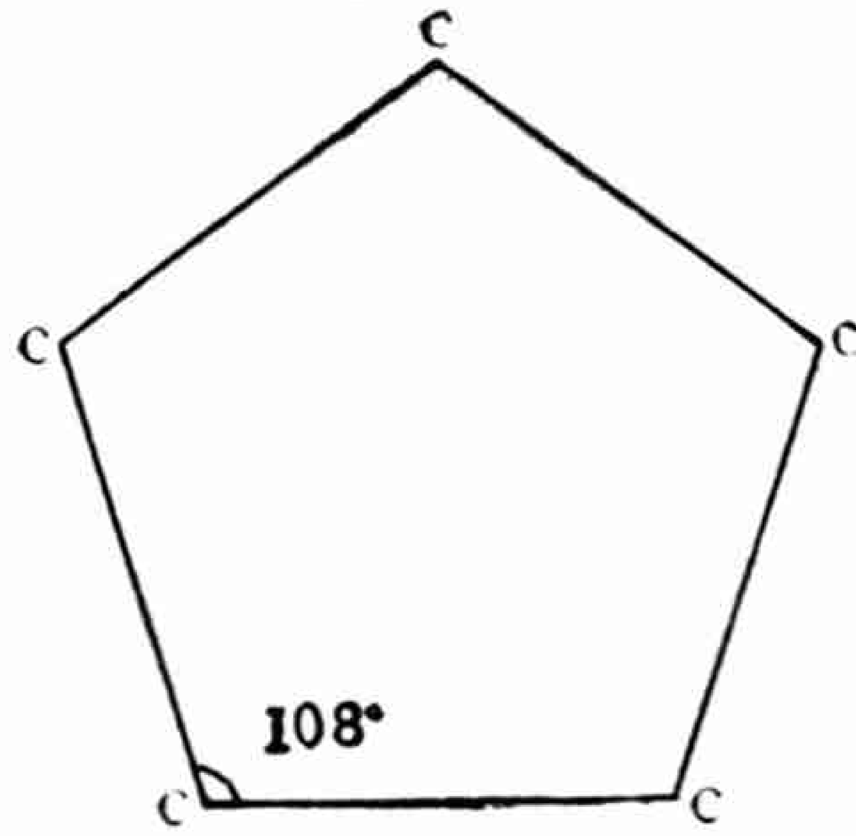



$\frac{109°28'}{2} = 54°44'$ దగ్గరపడి క్షైతిజస్థితిని పొందినవి. ఈ దగ్గరపడుటలో కొంత నిర్బంధ మేర్పడినది. ద్విబంధమెప్పుడును తన నిర్బంధస్థితిని త్రోసి యోజనీయతల సహజకోణమును స్థాపించుటకై యత్నించును. ఇట్లు ద్విబంధము నిజముగా దౌర్బల్యకారణము. అందుచే ద్విబంధ మెప్పుడును ఈ యాగికముల సులభవిచ్ఛేదమునకు, దానితో సంబంధించు చురుకుదనమునకు కారణము. కార్బన్ పరమాణువులు త్రిఘటకవలయము (త్రీ మెంబర్డు రింగు)గా ఏర్పడినపుడు కార్బన్ యోజనీయతల సహజకోణము సమత్రిభుజ కోణమగు 60° కోణముగా మళ్లినది. అనగా, ప్రతి యోజనీయతయు $\frac{109°28' - 60°}{2} = 24°44'$ దగ్గర

పడినది. ద్విబంధమున ఉన్నంత నిర్బంధ మిచ్చుట లేదు. ఇటులనే వలయఘటక సంఖ్య ఎక్కువగుకొలది యోజనీయ తలవంపు తగ్గుచు ఘటక సంఖ్య అయిదు అయినపుడు వంపు ఇంచుమించుగా శూన్యమైనది. $\frac{109°28' - 108°}{2}$ = 0°44' అందుచేత నే పంచఘటకవలయము గరిష్ఠస్థిరత్వముకలదిగా ఉండవలయును. నిజముగా ప్రయోగము ఆ నిర్ణయమును సమర్థించినది. షడ్ఘటకవలయము ఏర్పడుటలో వంపు అవలవైపు అయినది. $\frac{109° 28' - 120°}{2}$ = −(5°16′). ఆరుకన్న ఘటకసంఖ్య ఎక్కువ ఉన్న వలయకార్బన్ యౌగికములు ప్రకృతిలో లేవనుకొని అట్టి యౌగికములు సిద్ధాంత దృష్టిలోకూడ అసంభవములన్న నిర్ణయమునకు బేయర్ వచ్చెను. షడ్ఘటకవలయము అతిసులభముగా పంచవలయ ఘటకముగా మారు నను ప్రయోగ దృష్టాంతము పంచఘటక వలయము మిక్కిలి స్థిరత్వముకలదన్న బేయర్ అభిప్రాయమును బలపరచుచున్నది.



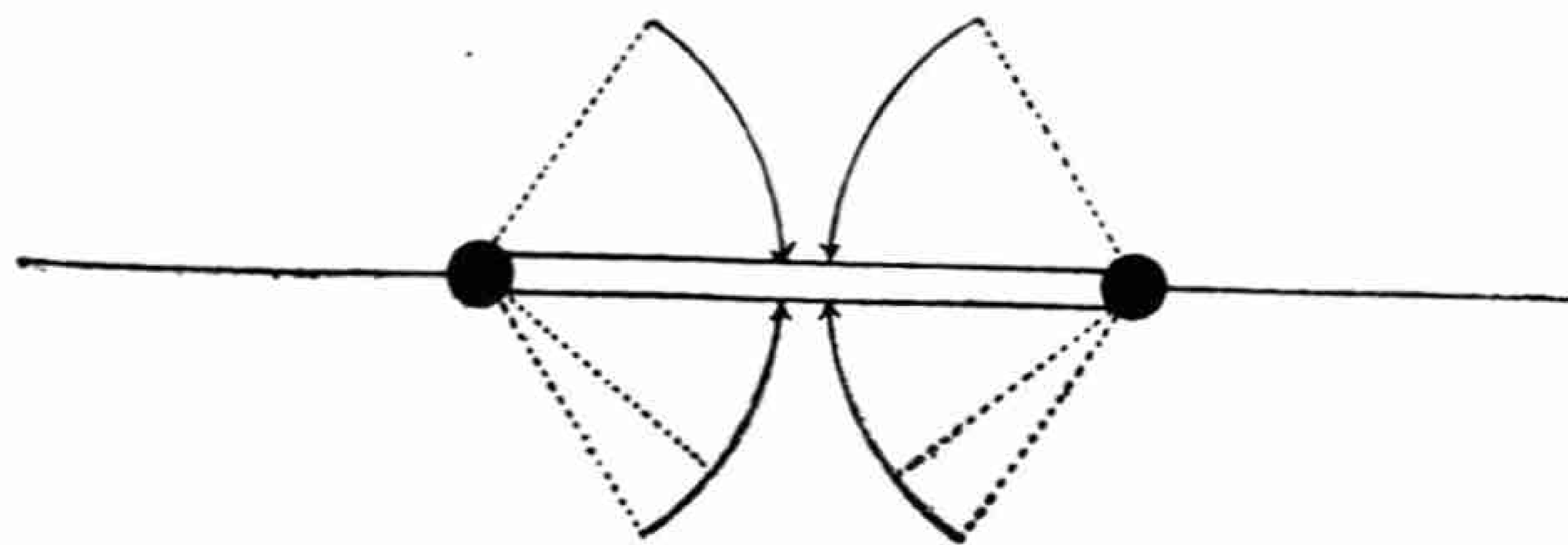




బేయర్ అనుకొనినట్లుగాక ఆరుకన్న హెచ్చు కార్బన్ పరమాణువులుకల వలయయౌగికము లనేకములు స్థిర రచనలు గలవి ఉన్నవి. వీటి స్థిరత్వమును వివరించుచు 1890లో సాక్సే అను రాసాయనికుడు క్రింది సూచనను చేసెను:

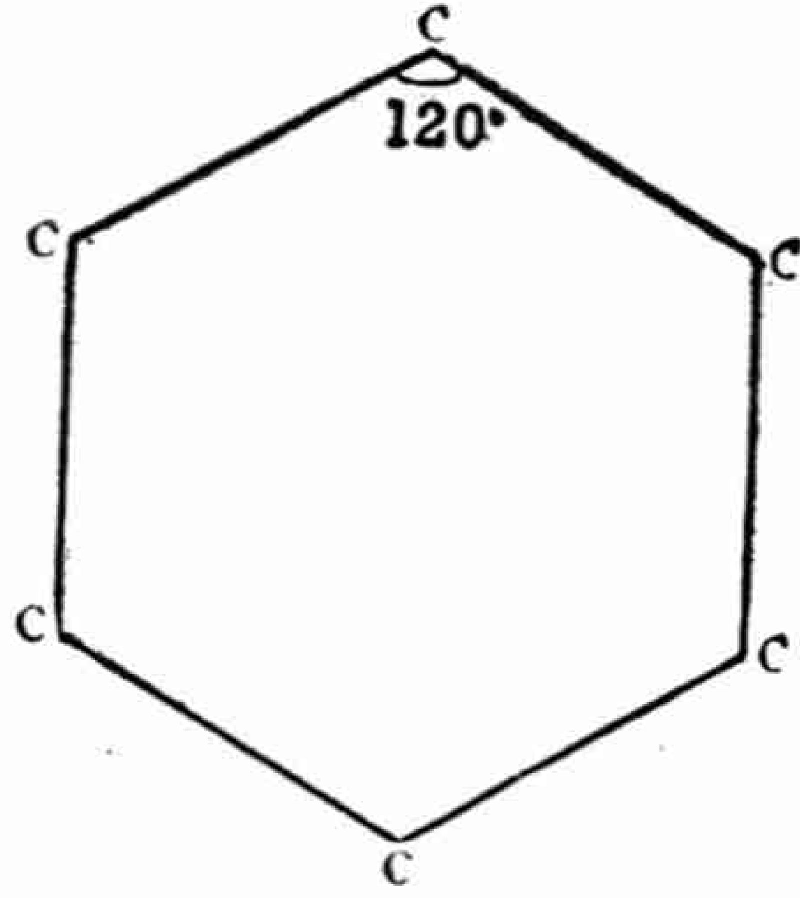
వలయములోనున్న కార్బన్ పరమాణువు లన్నియు బేయర్ తలంచినట్లు ఒకతలములో నుండక వివిధ తలములలోనున్నవని అనుకొనినచో యౌగికరచనలో నున్న నిర్బంధము లేదా 'బిగి' తగ్గి యౌగికము స్థిరత్వమును పొందును.

ఈ నిర్బంధము లేదా 'బిగి' స్వభావమును సులభముగా తెలియపరచుటకు ఒక లౌకిక ఉదాహరణమును తీసికొందము. తడిపినసులకమంచపునులక బిగించుకొనిపోయి మంచము కోళ్లలో ఒకకోడు భూమిని ఆనక, పైకి ఎగసి కొనిపోవును. ఈ ఎగసికొనిపోవుటకు 'యాస' అని వ్యవహారము. ఈ 'యాస' నులక బిగిసికొనిపోవుటచే మంచములో ఏర్పడిన 'బిగి'ని సడలించుటకై ప్రకృతి కల్పించిన ఉపాయము. ఇట్టిస్థితిలో మనము బలవంతముగా యాసనుతీర్చి మంచముకోళ్లు నాల్గును భూమిపై మోప ప్రయత్నింతుమేని 'బిగి' ఎక్కువై మంచము కుసులు పెళపెళవిరిగిపోవును. ఇందు మనము నిదానించవలసిన విషయమేమన తడిపిన మంచమునందు సంభవించిన 'బిగి'ని సడలించుటకు ఇదివరకు సమతలములోనున్న మంచము నాలుగు కోణములలో ఒకకోణము ఇంకొకతలములోని కెగసికొనిపోయినది. ఇట్లే వలయఘటకములగు కార్బన్ పరమాణువులు వివిధ తలములలో అమరుకొనిన వలయమందు 'బిగి' సంభవించదు. అందుచే, వలయము స్థిరత్వమును పొందుచున్నది. స్థిరమగు బహుఘటక వలయములను(ఘటకసంఖ్య ముప్పదికూడ కలవి) ప్రాయోగికముగా సృజించి రుచికా అను స్విట్జర్లండ్ రాసాయనికుడు సాక్సే ఊహాలు సత్యములని నిరూపించెను.

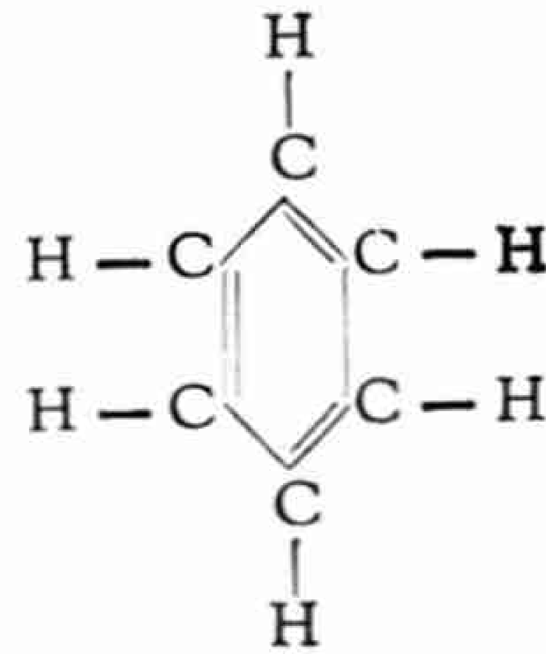

ద్విబంధ మేర్పడి అందు పాల్గొను రెండు యోజనీయతలను ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగానున్న స్థితి

సుగంధయుత కార్బన్ యౌగికముల ప్రకర్ష పరిశీలనకు కారణమగు ఇంకొక సంఘటన కేకులే బెన్జీన్ రచనా సిద్ధాంతమందు మనకు తారసిల్లుచున్నది. 'బెన్జీన్, దాని వ్యుత్పన్నములు, అలిఫాటిక్ (తైలసావర్ణ్య) యౌగికములకన్న కార్బన్ శతాంశమును హెచ్చుగా కనపరుచును. బెన్జీన్ రచనలో ఆరు కార్బన్ పరమాణువులు సమషడ్భుజ కోణముల నారింటిని ఆక్రమించి ప్రత్యేకము ఆరు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో చేరియుండునని ఊహించినచో బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నముల విశిష్టగుణములన్నిటిని సహేతుకముగా

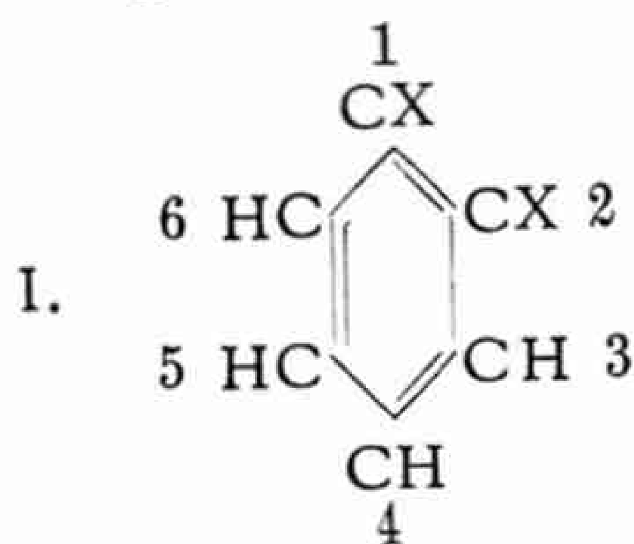
వివరించవచ్చునని కేకులేకు తట్టినది. వలయకార్బన్ పరమాణువులమధ్య ఏకాంతరముగా నుంచిన ఏకబంధ ద్విబంధములచే కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు యోజనీయతలును తృప్తి పొందినట్లు చూపించ వచ్చును.




కాని, ఈ సంకేతమునకు రెండు దోషములున్నవి. మొదటిది కార్బన్ పరమాణువుల మధ్య ఏకాంతరముగా ద్విబంధములుండుటచే బెన్జీన్ అత్యంత అసంతృప్త యౌగికముగా ప్రదర్శింపబడినది. నిజమునకు బెన్జీన్ అంత అసంతృప్తద్రవ్యము కాదు. రెండవది ఏకాంతరబంధములు స్థిరముగానున్న వనుకొనిన రెండు (1,2 లేదా 1,6) (సమీప)ద్విప్రతిస్థాపిత ఉత్పన్నములు ఉండవలసి వచ్చును. కాని, అట్టి ఉత్పన్నములున్నట్లు ప్రయోగము రుజువుచేయలేక పోయినది. బెన్జీన్ అణునిర్మాణము అనేక రాసాయనికుల విమర్శకు విషయమైనది. వారు సూచించిన నిర్మాణ సాంకేతికమేదియును నిజముగా తృప్తికరముగా

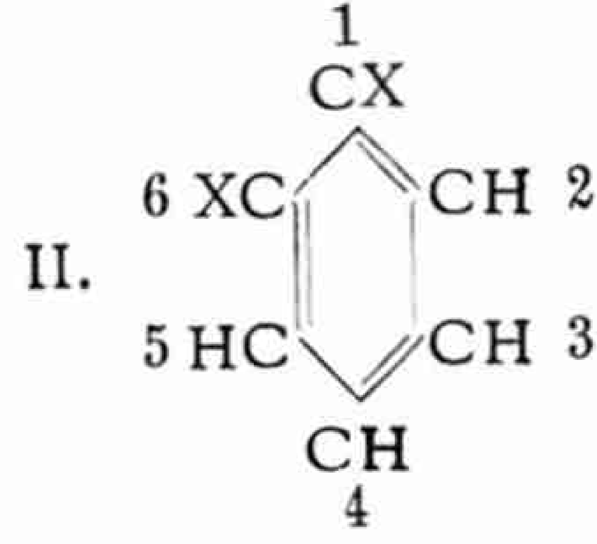



I.




1 : 2 ద్విప్రతి స్థాపిత వ్యుత్పన్నము

II.




1 : 6 ద్విప్రతి స్థాపిత వ్యుత్పన్నము

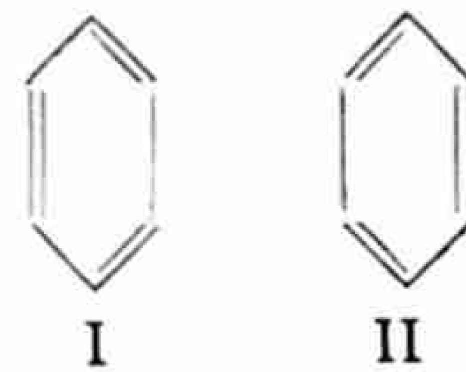
లేదు. చివరకు నిలచినది నవీనపరిజ్ఞానమును అనుసరించి కొంచెము మార్పుచేబడిన కేకులే సాంకేతికమే. మూడు ఏకాంతర ద్విబంధములను అతివేగముగా ఏకబంధములతో వినిమయము పొందుచున్నవనుకొనిన వచ్చు సాంకేతికమును 'త్రససాంకేతికము' అనవచ్చును. ఏక ద్విబంధముల మధ్య వినిమయము అతిత్వరితముగా సంభవించుటచే I లేదా IIచే ప్రదర్శింపబడు సమరూపములు వాస్తవముగా ఉన్నను వాటిని విడదీసి సాధించుట దుర్లభము.

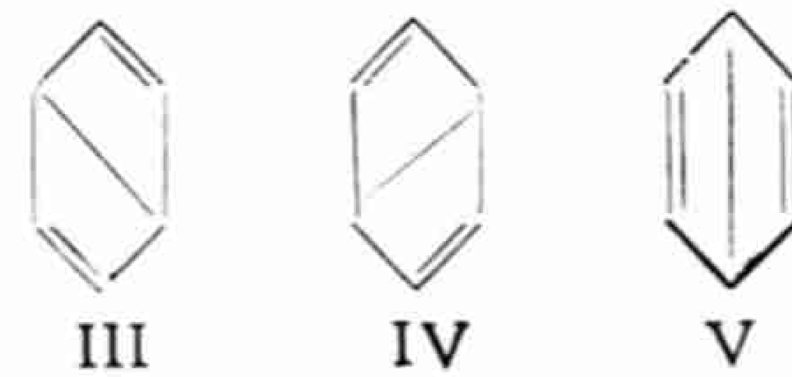
బెన్జీన్ నిర్మాణము చాలకాలము వరకు విరోధాభాసగా కన్పట్టినది. రాసాయనిక ప్రమాణములుకాని, భౌతికప్రమాణములుకాని సూచితసాంకేతికములలో దేనిని కూడ సమర్థించలేక పోయినవి. వాస్తవముగా ఇట్టిసందిగ్ధ సంఘటనలు (అనగా, పూర్వరచనా సిద్ధాంతములు వివరింపలేని సంఘటనలు) అనేకములు కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రములో కొంతకాలమునుండి బయటపడినవి.

నవీనయోజనీయతా సిద్ధాంతములు, ముఖ్యముగా పరమాణు నిర్మాణసిద్ధాంతము ప్రతిష్ఠితమైన తరువాత నెలకొల్పబడిన ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతము, కార్బన్ యౌగికములకుకూడ అన్వయింపజేయుటకు జరిగిన ప్రయత్నములలో బెన్జీన్ రచనా సమస్యకూడ కొంత సాధించుటకు వీలైనది. బెన్జీన్ వంటి చలస్వభావముకల యౌగికములన్నిటిని వివరించుటకు అనునదనమను నూతనసిద్ధాంత మొకటి ఇటీవల బయలు దేరినది.

ఈ సిద్ధాంతము ప్రకారము ఒకయౌగికమును దానిచర్యకనుగుణముగా అనేక సాంకేతికములచే నిరూపించవీలు కలిగిన సందర్భములలో దాని వాస్తవస్థితిని నిరూపించుటకు ఈ సాంకేతికములలో ఏదియును ప్రత్యేకముగా సమర్థము కాదు. దాని వాస్తవరచన సూచింపబడిన సాంకేతికముల మధ్యస్థముగా నుండును; ఆ స్థితి చలస్థితి. దానిని స్థిరసాంకేతికములచేగాని, స్థిరచిత్రములచేగాని ప్రదర్శించ వీలుకాదు, ఈ సూచితస్థిర సాంకేతికముల మధ్య యౌగికపు వాస్తవరచన అనునదించుచుండునని భావము. సూచిత సాంకేతికములలో హెచ్చు స్థిరత్వ సూచకములగునవి ఈ వాస్తవస్థితికి ఎక్కువ దగ్గరగా నుండును.

కేకులే



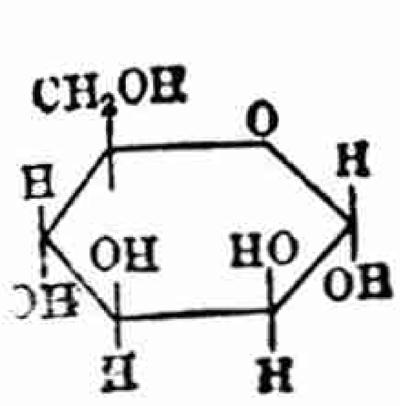

డ్యూవర్

ఈపైని వివరించిన సిద్ధాంతపు దృష్టిలో కేకులేచే సూచితమగు రెండు సాంకేతికములు డ్యూవర్ చే సూచితమగు మూడు సాంకేతికములు మొత్తము అయిదింటిలో I, II రూపములు (కేకులేసాంకేతికములు) స్థైర్యావహములగుటచే వాస్తవరచనకు చాల దగ్గరగనున్నవి.

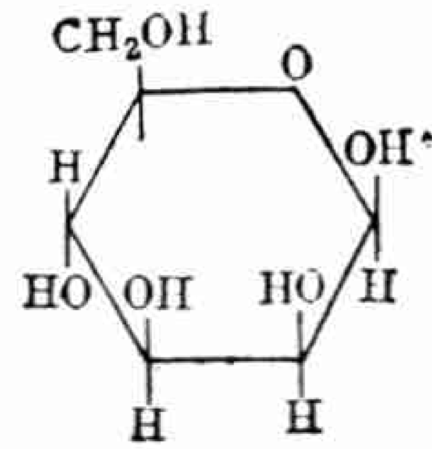
అనునదన సిద్ధాంతము బెన్జీన్, దానికి సదృశములగు యౌగికములు వీటి గుణములను వివరించగలుగుటయే

కాక వస్తువులరంగునకు, వాని రాసాయనిక సంఘటనకు గల సంబంధమును వివరించుటయందుకూడ ఉపకరించినది. ఇది గాక ఎలక్ట్రానిక్ సిద్ధాంతము కార్బన్ యౌగికప్రక్రియలలో పునఃరచనల (రీఎరేంజిమెంట్స్)ను గంధాత్మక ప్రతిష్ఠాపన (అరొమాటిక్ సబ్‌స్టిట్యూషన్)లను వివరించుటలో చాల ఉపకరించినది.

మోనో, డైసాకరైడ్‌ల నిర్మాణజ్ఞానాభివృద్ధిలో తరువాతిదశ టాలెన్స్, ఆర్మ్‌స్ట్రాంగ్, హార్త్ అనువారల పరిశ్రమల ఫలితము. వీరు బేయర్, ఫిషర్ సూచించిన




$\alpha$ గ్లూకోస్




$\beta$ గ్లూకోస్

వివృతశృంఖల రచనను త్రోసిపుచ్చి శర్కరలకు వలయాకార రచనను స్థాపించిరి. ఇదిగాక, డైసాకరైడ్‌లు మోనోసాకరైడ్‌ల నుండి వ్యుత్పన్నములైన వనికూడ నిరూపించిరి. డైసాకరైడ్‌ల రచనలలో సాధారణముగా తారసిల్లు మోనోసాకరైడ్‌లు గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్, గెలాక్టోస్ పిండిద్రవ్యములు, కాష్టద్రవ్యములుకూడ గ్లూకోస్ యూనిట్‌లచేతనే నిర్మితములైనవి. కాని పిండిద్రవ్యములలో $\alpha$-గ్లూకోస్ రూపము, కాష్టద్రవ్యములలో $\beta$-గ్లూకోస్ రూపము రచనైకాంకములుగా నిబద్ధమైయున్నవి.

కాష్టద్రవ్యము ప్రకృతిలో అతివిస్తారముగా నున్నది. అది వృక్షశరీరముల అస్థిపంజరములుగా సంభవించుచున్నది. దూది ఇంచుమించుగా శుద్ధమైన కాష్టద్రవ్యము. కాష్టద్రవ్యము అణుభారము అత్యధికమైనది. 3,00,000-5,00,000 యూనిట్‌ల మధ్య ఉండును. పిండిద్రవ్యము అనేకవృక్షములలో వృక్షాహారముగా సంచితమై ఉండును. ఇది ఎన్‌జైమ్‌ల ప్రభావమున మాల్టోస్‌క్రిందను, ఆమ్లముల చర్యచే గ్లూకోస్ క్రిందను జలవిశ్లేషణమును పొందును.

శర్కరద్రవ్యములనేగాక ప్రకృతిలో సంభవించు మరి కొన్ని తరగతుల ద్రవ్యముల స్వభావమును, నిర్మాణమునుకూడ ఎమిల్ ఫిషర్ వివరించగలిగెను. ఇందుముఖ్యమైనజాతి ప్రోటీన్‌లు అనబడు నైట్రోజన్‌యుత ద్రవ్యములు. ఇవి శరీరపుష్టిని కలిగించు ద్రవ్యములు. వీటిని సజలామ్లములతో మరగించుటచే ఎమినో ఆసిడ్ లేర్పడును. ఒక ఎమినోగణమున్న ఎమినోఆసిడ్ (మోనో ఎమినోఆసిడ్‌ల) అణువు లనేకములుచేరి ప్రోటీన్ అణువు ఏర్పడునని ఫిషర్ మొట్టమొదట స్థాపించెను. తరువాత సజలామ్లముల సన్నిధిలో జలవిశ్లేషణమును పొందిన ప్రోటీన్‌ల నుండి వచ్చిన ఎమినోఆసిడ్‌ల మిశ్రమునుండి ప్రత్యేక ఎమినోఆసిడ్‌లను విడదీయుటకు విధానములను కనుగొనెను. తరువాత సరళఎమినో ఆసిడ్‌ల సంయోజన విధానమున తయారుచేయుటకు యత్నించెను. ఆతరువాత ఈ సంయోజిత ఎమినో ఆమ్లాణువుల కలిపి జలమును బహిష్కరించి ఎక్కువ అణుభారముగల పెప్‌టైడ్‌లను నిర్మించగలిగెను. ఇట్టి పోలీ పెప్‌టైడ్‌లను అనేకముల ఫిషర్ నిర్మించెను. పోలీ పెప్‌టైడ్ సాంకేతికమునకు ఉదా:





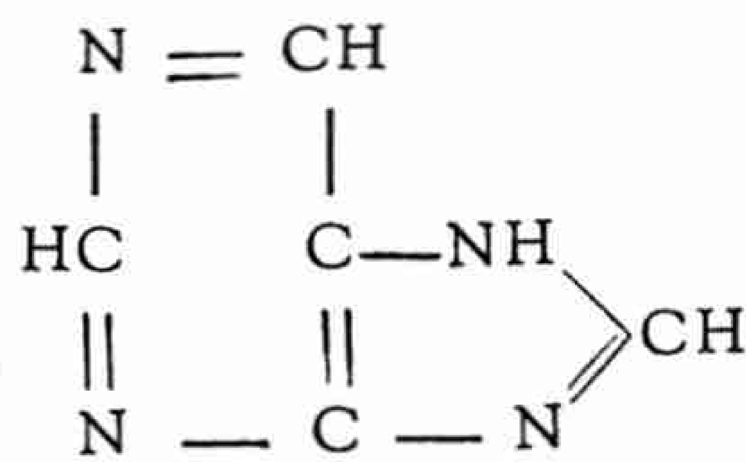


బెన్జోయిల్ - ల్యూసైల్ - గ్లైసిల్ - గ్లైసీన్.

అన్నిటికన్న పెద్దయౌగికములో పదునెనిమిది ఎమినో ఆసిడ్ అణువులు కూర్చబడినవి. ఫిషర్ శిష్యుడగు ఆబ్డర్ హాల్డెన్ మరియొక ఎమినో ఆసిడ్‌అణువు ఎక్కువవున్న పోలీపెప్‌టైడ్‌ను తయారు చేసెను. ఈ పోలీపెప్‌టైడ్‌లు ప్రోటీన్‌ల కృత్రిమ నిర్మాణములో రెండవదశ అని చెప్పవచ్చును. ఇంతవరకు ప్రోటీన్ నిర్మాణమందు ఆఖరుదశ వరకు రాసాయనికులు రాలేదు. అనగా ప్రోటీన్‌లు కృత్రిమనిర్మాణమునకు వశముకాలేదు. ప్రోటీన్‌ల రచనా విధాన మిప్పటికిని తెలియకపోయినను జంతురోమముల X-కిరణ పరీక్షచే వీటి రచనావిధానము ఎట్లుండునో అని ఊహించుటకు చాల వీలు కలిగినది.

ఫిషర్ విమర్శనావిషయమైన ప్యూరీన్‌లు అనబడు ఇంకొక తరగతిద్రవ్యములు వృక్షములయందు, జంతువుల యందు, అగపడు నైట్రోజన్‌యుత యౌగికములు. ఇవి కూడ ఎమినో ఆసిడ్‌లు అట్లు ప్రోటీనుల విచ్ఛేదమువలననే ఏర్పడును. వృక్షవ్యుత్పన్నముల జాతికి చెందినవి, కాఫీ విత్తులోను, తేయాకులోను ఉన్న కాఫిన్, థియోఫైలీన్,

గ్వానంతీన్, కోకోలోవున్న తియోబ్రోమీన్. జంతువుల నుండి వ్యుత్పన్నమగు యూరిక్ ఆసిడ్‌ను 1766 లో షేలే మూత్రాశ్మలనుండి వేరు చేసినను దాని సక్రమపరిశీలన బేయర్ శోధనాగారములో జరిగినది. కాని, ఈయన దానిని సంయోజన విధానముచే సాధించలేక కొనకు ఆ ఉద్యమము నే విరమించెను. బేయర్ ఏస్థితిలో ఈ పరిశీలనను విడిచిపెట్టినాడో అక్కడనుండి దానిని ఫిషర్ స్వీకరించి (1899) యూరిక్ ఆసిడ్ కృత్రిమనిర్మాణమందు జయమును కాంచెను. దీని సరియైన నిర్మాణ సాంకేతికమును మెడికస్ అను రాసాయనికుడుఈయకలిగెను.తర్వాతఫిషర్ పైని పేర్కొనిన యౌగికములన్నియు క్రింది సాంకేతికము గల ప్యూరీన్‌నుండి వ్యుత్పన్నములైనవని నిరూపించెను :




కాఫీన్ చాలముఖ్యమైన ఓషధి. బేయర్ కంపెనీ వారిచే చేయబడిన కాఫీ యాస్పిరిన్ తలనొప్పి బిళ్ళలలో ఆస్పిరిన్‌తోచేరి కాఫీన్ సిట్రేట్ లవణరూపమున ఉన్నది. యూరిక్ ఆసిడ్‌నుండి సంయోజనవిధానము ఉపయోగించి కాఫీన్‌ను తయారుచేయ వచ్చును. ప్రకృతిలో దొరకు మరియొకజాతి ద్రవ్యములు వృక్షముల సత్త్వములలోను పువ్వుమొనలలోను దొరకు సుగంధ సారములు ; వీటికి అత్తరవులని పేరు. వీటికి సారతైలములు అను (ఎసన్షియల్ ఆయిల్స్) పేరు కలదు.వీటికి నిజముగా తైలస్వభావమేమియునులేదు. ఇవి క్రొవ్వులు, నూనెలునుండి చాల భిన్నములగు ద్రవ్యములు. అందుచే తైలములను పేరు వీటికి ఉచితముకాదు. అత్తరువులనుటయే బాగున్నది. ఇవి సాధారణముగా టెర్పీన్‌లు (కర్పూరములు) అని పిలువబడు చున్నవి. ఇవి హైడ్రోకార్బన్‌లు, ఆల్కహాల్‌లు, ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు, వీటిలో నేవైన కావచ్చును. ఇవి వివృతశృంఖల యౌగికములుకాని, వలయరచనా యౌగికములుకాని కావచ్చును. 1885 మొదలు నేటివరకు టెర్పీన్‌ల పరిశీలన అతిఉత్సాహముతో జరిగినది. ఈ పరిశీలనయందు ముఖ్యప్రవర్తకుడు ఆటో వాలాక్ అను జర్మను రాసాయనికుడు. బేయర్, పెర్కిన్ కుమారుడు, వాగ్నర్, సెమ్లర్, చివరకు రుచికా ఇందు పాల్గొన్నవారు.

విశ్లేషణ విధానములచేతను,రాసాయనిక పరివర్తనముల చేతను ప్రకటితమైన వీటి అణుసాంకేతికములు సంయోజన విధానములచే సమర్థింపబడినవి. టెర్పీన్‌ల పరిశీలన వలన ఇవి ఏకవలయయౌగికములుగాగాని, ద్వివలయయౌగికములుగాగాని, లేదా సార్థైక(సెస్క్వి $= 1\frac{1}{2}$) టెర్పీన్‌లుగాగాని, ద్విటెర్పీన్‌లుగాగాని, లేదా వివృతశృంఖలములగు తైలద టెర్పీన్‌లుగాగాని ఉండవచ్చునని తేలినది. ఈ చివరజాతికి చెందినవాటిలో ముఖ్యమైనవి జిరేనియోల్, నీరోల్, సిట్రాల్, రోడినోల్, సిట్రొనెల్లాల్ మొదలైనవి. ఈ ద్రవ్యములు అత్తరువులయందుండుటయే కాక కృత్రిమవాసన ద్రవ్యములను చేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నవి.

సార్థైకటెర్పీన్‌ల రచనను స్విట్జర్లండ్ దేశీయుడైన రుచికా, ఇంగ్లండు వాస్తవ్యుడైన హైల్‌బ్రాల్ ఈ మధ్యనే వివరించినారు. $C_5H_8$ సాంకేతికముకల ఐసొప్రీన్ అను అసంతృప్తహైడ్రోకార్బన్‌లచే టెర్పీన్‌లు నిర్మించబడినట్లు ఊహించవచ్చునని వాలాక్ సూచించినాడు. రబ్బరును విధ్వంసక స్వేదనక్రియకు అధీనముచేసిన ఐసొప్రీన్ లభించును. ఐసొప్రీన్ ద్రవద్రవ్యము ఇది తానంతటదియే కొన్ని రోజులకు ఘనీభవించి ప్రకృతిజమైన రబ్బరువంటి గుణములుకల స్పంజివంటి ద్రవ్యముగా ఏర్పడును అని బుకార్డాట్ కనుగొనెను. ఈమార్పు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌చర్యవల్లకూడ తేవచ్చును. 1910 లో ఆంగ్లో-ఫ్రెంచ్ సిండికేట్‌కి చెందిన ఎఫ్. ఇ మాల్తస్ అను రాసాయనికుని పరిశోధనవలన సంయోజన విధానమున రబ్బరును వ్యాపారరీత్యా తయారుచేయుట ప్రయోగసాధ్యమైనది. సోడియమ్‌ధాతువు ఐసొప్రీన్ అణువులను సంఘట్టించి బహుఅణుక యౌగికముగా మార్చగలదని ఈయన కనుగొనెను. ఐసొప్రీన్ వ్యుత్పన్నమగు బూటాడైయీన్ అను యౌగికము($CH_2 = CH - CH = CH_2$) రబ్బరును తయారుచేయుటకు ముడిద్రవ్యముగా వాడుకలోనున్నది. రెండవప్రపంచ సంగ్రామసమయమున మలయానుండి రబ్బరు లభింపకపోవుటచే ప్రకృతిజమైన రబ్బరుకన్న మంచివి, రబ్బరువంటి ద్రవ్యము లనేకములు మార్కెట్‌లోనికి వచ్చినవి.

అంతమున సహకారఆహారద్రవ్యములు అనబడు కొన్ని ద్రవ్యముల విషయము చెప్పవలసియున్నది. ఈ ద్రవ్యములు కొరతవడిన ఆహారమును తినినప్పుడు మనుజులు,జంతువులు, పశులు కొన్ని రోగములకు వశ్యులగుదురు. ఇట్టి ద్రవ్యములకు విటమిన్‌లు (అనగా, ఆహారద్రవ్యములను పుష్టికరములుగా చేయునవి) అనిపేరు. ఇవి ప్రకృతిలోదొరకు ఆహారద్రవ్యములలో కొద్దిగా ఉండును. వేరువేరు విటమిన్‌లు ఇంగ్లీషు అక్షరములచే విటమిన్ A, $B_1$, $B_2$,

C, D, E, K, P అని పిలువబడుచున్నవి. వీటిరచన తెలిసినది. వీటిని సంయోజన విధానమున వ్యవహారరీత్యా తయారుచేయుటకూడ సాధ్యమైనది. గతప్రపంచ సంగ్రామమున యోధుల ఆహారమును పుష్టికరముగా చేయుటకు ఇవి విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

అతిక్లిష్టరచనగల ఆల్కలాయిడ్‌లు అను పేరుగల కార్బన్ యౌగికములు కూడ కలవు. ఇవి అన్నియు వృక్షములనుండి లభ్యమగు ద్రవ్యములు. ఇవి వృక్షముల ఆకులలోగాని, రెమ్మలలోగాని, గింజలలోగాని, లేదా వ్రేళ్లలోకాని ఉండును. సంయోజన విధానమున సాధించబడిన ఆల్కలాయిడ్‌లలో కోనీన్ $C_3H_7-C_5H_9NH$ అనునది మొదటిది. దీనిని తయారుచేసినవాడు లీడెన్‌బర్గ్ (1886). ఆల్కలాయిడ్‌లు శారీరకముగా చాల చురుకైన ద్రవ్యములు. స్వల్పమోతాదులలోనే అత్యంత ప్రభావము నుచూపెట్టగలవు. అందులో కొన్ని విషములు కూడ ఉన్నవి. వృక్షమునకు ఈ ఆల్కలాయిడ్‌లు ఎట్లు ఉపచరించునో అన్న విషయ మింకను తెలియలేదు. ఆల్కలాయిడ్‌ల అణురచనలో ఉన్న విజాతీయవలయ స్వభావమునుపట్టి వర్గములుగా క్రింది విధముగా పర్వరచబడినవి :

| | | |
|---|---|---|
| పైరిడీన్ | — | ఆల్కలాయిడ్‌లు |
| పిర్రోలిడీన్ | — | ,, |
| పిప్పరిడీన్ | — | ,, |
| క్వినొలీన్ | — | ,, |
| ఐసొక్వినొలీన్ | — | ,, |

వీటి అణురచనలు వెల్లడి అయినవి. వీటిలో అనేకములను సంయోజన విధానమున తయారుచేయుట కూడ జరిగినది. ఈ క్షేత్రములో పనిచేసిన రాసాయనికులలో పిక్టెట్, విల్‌స్టెటర్, రాబిన్సన్, గోల్డ్‌ష్మిట్, పెర్కిన్ కుమారుడు గణనీయులు. ఆల్కలాయిడ్‌లు ఔషధములుగా కూడ ఉపయోగపడుచున్నవి. ఎమిటీన్ (నులి కడుపుకు), కోనీన్ (మత్తు కలిగించుటకు), ఆట్రోపీన్ (కంటిగ్రుడ్డును వ్యాకోచింపచేయుటకు) పనికివచ్చుచున్నవి. రాసాయనిక చరిత్రపరిణామమందు కార్బన్‌రాసాయనికులు, శరీరశాస్త్రజ్ఞులు, వైద్యులు సహకారపరిశ్రమ ఫలితముగా ఉద్భవించినది విచిత్రసంఘటన అమూల్యమగు జీవరాసాయనికశాస్త్రము. జంతువుల, వృక్షముల శరీరమునందు జరుగు ప్రకృతివిధానములను వివరించుట జీవరాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్యోద్దేశము. అటుపిమ్మట జీవరాసాయనికశాస్త్రము సూక్ష్మరాసాయనికవిధానము లను పేరు పడసిన సునిశితప్రయోగప్రక్రియలలో ఆధారముగాగొని, శోధనాగారమందు ప్రకృతి విధానములను అనుకరించుటకు యత్నించుచున్నది. జీవరాసాయనికశాస్త్రము నిజముగా కిణ్వప్రక్రియల (ఫెర్మెన్‌టేషన్ - అనగా పంచదారనుండి, గంజినుండి మద్యమును తయారుచేయుటయందు వాడుకచేయు ప్రక్రియ) అనుశీలనలో ఉద్భవించినదని భావించవచ్చును. కిణ్వప్రక్రియవిషయమై మొదట పస్టూర్ చేసిన వివరణ బుక్నర్‌చే సవరింపబడినది. ఈ వివరణప్రకారము కిణ్వప్రక్రియ లన్నియును ఎన్‌జైమ్ అను పేరుగల జీవియొక్క నిర్జీవస్రావముల ప్రవృత్తిచే జరుగును. జంతు, వృక్ష జీవి ప్రక్రియలలో ఎన్‌జైమ్‌లు అతిముఖ్యమైన పాత్రను నిర్వహించుచుండుటచే వీటిని జీవవాహకము లని భావించవచ్చును. ఎన్‌జైమ్‌లు జీవసంబంధులైనను, జీవములేని ద్రవసారములుగా లభ్యమగును. బూజులు, సూక్ష్మజీవులు- ఇవిగాక అనేకవిధములగు కిణ్వప్రక్రియాప్రేరకములగు ద్రవ్యములు కలవు. ఇవి అన్నియు ఎన్‌జైమ్‌లను చాల పోలియున్నవి. ఇవి అన్నియు పారిశ్రామికముగా పనికివచ్చు అనేక రకముల వస్తువులను తయారుచేయుటలో ఉపయోగపడుచున్నవి. ఈ వస్తువులలో చేరినవి క్రింద పొందుపరచిన యౌగికములు.

బూటైల్ ఆల్కహాల్, లాక్టిక్, గ్లూకోనిక్, సిట్రిక్ ఆసిడ్‌లు; నూతననిర్మాణములగు పెన్సిలిన్, స్ట్రెప్టోమైసిన్ మొదలైనవి.

బీర్ (ఒక విధమగు లఘుమద్యము) చెడకుండ చేయు ఉద్యమములో పస్టూర్‌నకు అలవడిన కిణ్వప్రక్రియలజ్ఞానము, పట్టుపురుగులకు సంభవించు అంటువ్యాధులకు, పశువులను బాధించు దొమ్మ వ్యాధికి, పందులకు వచ్చు కలరాకు, కుక్కకాటువలన సంభవించు రోగమునకు సూక్ష్మజీవులే కారణములని రుజువుచేయుటకు, ఆ రోగములకు చికిత్సలను నిర్మించుటకు కూడ అతనిని ప్రోత్సహించినది.

ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా పస్టూర్ సూక్ష్మజీవులు రోగమునకు కారణమను సిద్ధాంతమును స్థాపించకలిగెను. అలసట ఎరుగని పరిశ్రమను గావించి రోగములకు 'వేక్సీన్‌చికిత్స' యను చికిత్సా విధానమును పస్టూర్ నెలకొల్పెను. ఈయన రక్షణ రాసాయనికశాస్త్రమునకు పిత అను బిరుదును సంపాదించుకొన్నాడు. వేక్సీన్‌లవల్ల మానవ శరీరమునకు గలిగిన రక్షణ పస్టూర్ జీవితప్రతిష్ఠకు పరాకోటిగా ప్రకాశించుచున్నది. దీనికి నిదర్శనము ప్రపంచమం దంతటను కుక్కకాటుచికిత్స (రేబిస్)కై వెలసిన సంస్థలు.

శరీరము రోగమునకు లోనుగాకుండ కాపించు పద్ధతులను పస్టూర్ తరువాత విరివిచేసినవాడు పాల్ ఎర్‌లిక్. ఈయన వైద్యుడగుటచే ప్రయోగమునందుకన్న

చికిత్సా సిద్ధాంతములను అభివృద్ధిచేయు యత్నమందు ఎక్కువ అభినివేశము కలవాడు. ఈయనే సుప్రసిద్ధ 'శాఖాశృంఖల సిద్ధాంతము'నకు కర్త. ఈ సిద్ధాంత దృష్టిలో జీవులలో నెలకొను జీవద్రవ్యములలో అగపడు శృంఖలశాఖా రచనగల వర్ణద్రవ్యములు రోగకారకము లగు సూక్ష్మజీవులకు విషముగా పనిచేయును. మెతిలీన్ బ్లూ, బ్రిలియంట్ గ్రీన్‌వంటి వర్ణద్రవ్యముల ప్రయోగముచే మలేరియాక్రిముల ప్రవృత్తిని ఎర్‌లిక్ నిరోధించగలిగెను. ఎర్‌లిక్‌కు రాసాయనిక చికిత్సాశాస్త్రపిత అని పేరు వచ్చినది. ఈ చికిత్సారంగమందు ఫిరంగిజాడ్యము (సవాయి రోగము)నకు అమోఘప్రతీకారమగు సాల్వర్సాన్ లేదా 606 ఈయన కీర్తిస్తంభమునకు మూర్ధ న్యాలంకారము.

ఆహారమందు విటమిన్‌లు అనబడు కొన్ని ముఖ్యాంశములు లేకపోవుటచే కలుగు అనారోగ్యమును గురించి ఈ వరకే చెప్పియుంటిమి. ఈ రోగములకు న్యూనతావ్యాధులు అని పేరు పెట్టవచ్చును. అందులో కటి 'స్కర్వీ' (ఎముకలకు, దంతములకువచ్చు రోగము) అను జాడ్యము. ఈ జాడ్యము నారింజపండ్లరసము సేవించుటవలన నయమగును. రెండవది బియ్యపు తవుడుతినుటచే ఉపశమించు 'బెరిబెరి' అను తిమ్మిరివంటి నరముల మంట. శరీరారోగ్యస్థితికి విటమిన్‌లవలె ఉపకారములగు ఇంకొకజాతిద్రవ్యములుకూడ కలవు: ఇవి అంతరగ్రంథుల స్రావములు; వీటికి హార్మోన్‌లని పేరు. మొట్టమొదట వేరుచేయబడి సంయోజన విధానమున సాధించబడిన ఎడ్రినలిన్ హార్మోన్ అనునది మూత్ర పిండములపైన ఉన్న మూతల నుండి సాధితము. 1915 లో ఇ. సి. కెండాల్, జేమ్స్ థైరోయిడ్ గ్రంథినుండి దాని సారమగు థైరాక్సిన్ అను స్ఫటికద్రవ్యమును వేరుపరచెను. ఈ ద్రవ్యము మరుగుజ్జుకు మందు. థైరోయిడ్ గ్రంథిలో నుండు హార్మోన్ థైరాక్సిన్, ప్రోటీన్ సమ్మేళనము. దీని సంఘట్టనమును హేరింగ్‌టన్ వెల్లడిచేసి సంయోజనవిధానమున దానిని తయారుచేయకలిగెను.

పాన్క్రియాస్ (క్లోమగ్రంథి) నుండి వ్యుత్పన్నమగు ఇన్సులిన్ రక్తములో కావలసిన గ్లూకోస్ ఉండేటట్లు చేయుటకు అత్యావశ్యకమైన ద్రవ్యము. రక్తములో గ్లూకోస్ ఒక నిర్దిష్టరాశికన్న ఎక్కువైన అతిమూత్ర రోగము జనించును. నిర్దిష్టరాశికన్న తక్కువైన శరీరము చైతన్యవిహీనమగును. కొనకు చావుకూడ తటస్థించును. పశువుల క్లోమగ్రంథులనుండి ఇన్సులిన్ స్ఫటికములుగా తయారగుచున్నది. కాని, దాని సంయోజనమింకను జరుగలేదు. ఇది అతిమూత్ర జాడ్యమునకు మందు.

వృషణగ్రంథి నుండియు, అండాశయము నుండియు వ్యుత్పన్నమగు లైంగిక హార్మోన్‌ల స్వభావమును కూడ రాసాయనికులు వివరించిరి. ఈ హార్మోన్‌లు మనుజుని లైంగిక ప్రవృత్తిని నియమించునవి. ఈ ద్రవ్యములన్నిటి యందును స్టెరోల్ అను యౌగికమునందున్న అణురచన మనకు తారసిల్లును. ఇవి మనుజుని శరీరాభివృద్ధికి చాల పనికివచ్చు ద్రవ్యములు. ఈ తరగతిలో మొదటి దయిన ఎస్ట్రోన్‌ను 1929 లో బూటెనాన్డ్, డాయిజీ అను వారలు వేరుపరచిరి. పురుషహార్మోన్‌లకు మాతృకయన బరగు ఆండిరోస్టెరోన్‌ను బూటెనాన్డ్, 1931 లో వేరుచేసెను. 1934 లో గర్భధారణహార్మోన్ ప్రోగెస్టోరోన్‌ను అనేక దేశములలో అనేకులు గర్భిణీస్త్రీల మూత్రమునుండి వేరుపరచి తయారుచేసిరి. విండౌస్, వీలేండ్ మొదలగు వారు స్టెరోల్‌ల విషయమై కావించిన పరిశోధనలు ఈ ద్రవ్యముల నిర్మాణమును వివరించుటకు చాల ఉపకరించినవి. వాటిలో కొన్నిటిని బూటెనాన్డ్, రుచికా అను వారలు సంయోజన విధానమున సాధించగలిగిరి.

కార్బన్‌శాస్త్రము పారిశ్రామికముగా అభివృద్ధిచెందుటకు 1857 లో సర్ విలియమ్ పెర్కిన్ ఆవిష్కరణయగు మావ్ అను వర్ణద్రవ్యసాధనముతో ప్రారంభించినదని ఇది వరకే చెప్పియుంటిమి. చాల శ్రమతీసికొని పారిశ్రామికముగా దీనిని తయారుచేయవచ్చునని నిరూపించుటయే కాక గ్రీన్‌ఫర్డ్ గ్రీన్ అనుస్థలములో ఒక కర్మాగారమును కూడ సర్ విలియమ్ పెర్కిన్ స్థాపించెను. ఈ ఉద్యమములో ఆయన గాంచిన విజయము తక్కినరాసాయనికులకు మార్గదర్శకమైనది. వీరలు ఈ రకపు పరిశోధనలను సాగించి మెజంటా అను వర్ణద్రవ్యమును కనుగొనుటయందును ఆనిలీన్, టాల్విడీన్ అను తారు నుండి లభ్యమగు సరళయౌగికములనుండి ఈ మెజంటాను వర్తకరీత్యా తయారుచేయుటయందును కృతకృత్యులైరి. రాసాయనిక లోకములోనికి మెజంటాప్రవేశము రాసాయనికునికి, పారిశ్రామికునికి కూడ గొప్ప ప్రోత్సాహకారణము. అందుచే 19 వ శతాబ్దపు ప్రథమార్ధమునందు సంయోజన కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రము గాంచిన అపారమగు అభివృద్ధి అంత వింతగొలుపదు. ఈ వర్ణద్రవ్యములకు తల్లియైన ఆనిలీన్ కోల్‌తారునుండి లభ్యమగుటచే వీటికన్నిటికిని కోల్‌తార్ రంగులని వ్యవహారము. ఈ వర్ణద్రవ్యములసంఖ్య క్రమముగా పెరుగుటకారంభించి కేకులేచే బెన్జీన్ అణురచన స్థాపించబడిన తరువాత వీటిలో చాల ద్రవ్యముల రాసాయనిక సంఘట్టనములు నిస్సంశయముగా తెలిసినవి. మెజంటా రచనలో ఉన్న హైడ్రోజన్ పర

మాణువులను ఆల్కిల్, ఆరిల్ గణములచే ప్రతిష్ఠాపించుటచే ఊదా, నీలి రంగులుగా గల ద్రవ్యములు లభ్యమైనవి. ఫిషర్ సోదరులు (ఎమిల్ ఫిషర్, ఆటోఫిషర్) మెజంటాకు జనకద్రవ్యము ట్రైఫీనైల్ మిథేన్ అను హైడ్రోకార్బన్ యౌగికమని నిరూపించిరి. అందుచే దీనితో సంబంధించిన రంగులన్నింటికిని ట్రైఫీనైల్ మిథేన్ వర్ణములని పేరు వచ్చినది. ఈ వర్ణద్రవ్యములసంఖ్య చురుకుగా పెరిగినది. సాధ్యమగు వర్ణచ్ఛాయలన్నియు ఈ ద్రవ్యములగననగును.

1858 లో పీటర్ గ్రీస్ అను జర్మను రాసాయనికుడు డైఆజో ప్రక్రియను కనుగొనినాడు. ఈ ప్రక్రియలో ఆనిలీన్‌మీద నైట్రస్ ఆసిడ్ చర్యవలన అతిచురుకైన డైఆజోయౌగికము ఏర్పడును. ఈ యౌగికము ఎమీన్‌లతో రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణాధారధర్మము గలిగి, రంగులుగా నాచరించగల ద్రవ్యముల నీయగలదు. డైఆజోయౌగికముతో ఎమీన్‌లను కలుపు ప్రక్రియకు 'అనుయోజన' మని పేరు. ఈ రంగులలో మొదట లభ్యమైనది ఆనిలీన్ పీతము. ఇది 1861 లో మార్కెట్‌లోనికి వచ్చెను. తరువాత కొద్దికాలములోనే ఎమీన్‌లు కాక ఫీనోల్‌లు, ఫీనోలిక్ ఆసిడ్‌లుకూడ డైఆజో యౌగికముతో శీఘ్రముగా అనుయోగించి పలురంగులుగల వర్ణద్రవ్యములు ఏర్పడునని తెలిసినది. నాఫ్థాల్‌లు, నాఫ్థాల్ ఎమీన్‌లు, ఎమీనో నాఫ్థాల్‌లుకూడ ఆజోయౌగికముతో అనుయోగించునని తెలిసినతరువాత ఆజోవర్ణద్రవ్యముల శ్రేణి అమితముగా విస్తరించినది. ఈ వర్ణద్రవ్యములలో చాలభాగము నీటిలో కరుగనివి. నాఫ్థాల్‌ల, ఫీనోల్‌ల, నాఫ్థాల్ ఎమీన్‌ల, సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు అనుయోజకములుగా వాడుకచేసినప్పుడు లభించు వర్ణద్రవ్యములు నీటిలో బాహాటముగా కరుగునని తెలిసినది.

1877 లో ఆజోగణము ($-N=N-$) ఉన్న యౌగికములు ఆవిష్కృతములైనవి. 1884 లో బట్‌గర్ అను జర్మన్‌పారిశ్రామికుడు ఒక క్రొత్త తరగతి డైఆజోవర్ణద్రవ్యములను తయారుచేసెను. ఇవి నూలుబట్టలకు, నారబట్టలకు రంగునుబంధించు ద్రవ్యము యొక్క ఉపయోగము లేకుండ రంగువేయుటకు పనికివచ్చును. రంగును ఇచ్చు యౌగికములను బట్టపోగులమీదనే అనుయోగించునటుల చేయువిధానమును ఎ.జి. గ్రీన్ అను రాసాయనికుడు కనుగొనెను. మార్కెట్‌లో దొరకు వర్ణద్రవ్యములలో సగముకన్న ఎక్కువ ఆజోవర్ణద్రవ్యములే. ఇవి ఎరుపు మొదలుకొని నలుపువరకు మధ్యనున్న రంగులనన్నిటిని చూపును.

తరువాత రాసాయనికులు అలిజరిన్, ఇండిగో (నీలిమందు) వంటి ప్రకృతిలోదొరకు వర్ణద్రవ్యములను సంయోజనవిధానమున సాధించుటకు ప్రయత్నించిరి. అలిజరిన్ ఆంత్రసీన్ వ్యుత్పన్నమని తెలిసినతరువాత దానిని కృత్రిమముగా సాధించుటలో లీబర్‌మాన్ జర్మనీలోను, పెర్కిన్ ఇంగ్లండులోను ఏకకాలమున సిద్ధినిగాంచిరి. తరువాత ప్రసిద్ధజర్మను రాసాయనికుడు బేయర్ నీలిమందును కృత్రిమముగా తయారుచేయుటకు 1865 లో తన పరిశోధనలను ప్రారంభించెను. నీలిమందును ఆక్సీకరించగా వచ్చిన ఐసటిన్ అను యౌగికమునుండి నీలిమందును సాధించుటకు యత్నించెను. 1878 లో ఈయన ఐసటిన్ ను సంయోజనవిధానమున తయారుచేయగలిగెను. ఐసటిన్ క్లోరైడ్‌ను ఆక్సీకరించి బేయర్ నీలిమందును సంపాదించగలిగెను. ఇదిగాక నీలిమందును పారిశ్రామికముగా చేయుటకు అనేక విధానములను ఆయన కనుగొని వాటిని పేటెంటు చేసెను. ఈ విధానములన్నియు చౌకగా నెరవేరునవి కావు. నీలిమందును పారిశ్రామికముగా, చౌకగా సాధించు విధానమందు కొనకు హోయమన్ అను జర్మన్ రాసాయనికుడు జయమును కాంచెను. ఈయన ముడిద్రవ్యముగా నాఫ్థలీన్‌ను తీసికొని దాని నొకక్రమములో అనేకవిధముల మార్పులచే ఫలమును పొందగలిగెను. కృత్రిమ అలిజరిన్, (మందారుచెక్కతో వేయు చిరువేరు రంగు. ఈ రంగులు అనాదిగా వాడుకలోనున్నవి) కృత్రిమ నీలిమందు, ప్రకృతియందుదొరకు ఈవర్ణద్రవ్యములను మార్కెట్ నుండి సమూలముగా తరిమివేయగలిగినవి. ఇండాంత్రీన్ రంగులు, ఆక్రిడీన్ రంగులు మొదలైన పలువిధములగు నూతనవర్ణద్రవ్యములు అనేకములు పరిశోధనఫలితముగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఈ అభివృద్ధికి కారణము నాగరిక మానవులకు రంగులయందున్న అమితాదరమేకాక కృత్రిమపట్టు, రేయాన్ మొదలగు క్రొత్తరకపు రంగులను కోరు క్రొత్తవస్త్ర వస్తువుల ఆగమము. వర్ణద్రవ్యముల పారిశ్రామిక సాధనలో లభ్యమగు ఉపపదార్థములు, సంయోజిత ఔషధములు, సుగంధద్రవ్యములు, మాదకద్రవ్యములు, విషనాశక ద్రవ్యములు, ఛాయాచిత్రోపయోగములగు ద్రవ్యములు మొదలైన రాసాయనిక వస్తువులను తయారుచేయుటలో విరివిగా ఉపయోగించుచున్నవి. వర్ణద్రవ్యనిర్మాణసంస్థలు మారణసాధనములగు విదారకద్రవ్యములను, చికిత్సాసాధనములగు మందులను తయారుచేయుటకు పనికివచ్చును. ఈ వర్ణోత్పత్తిసంస్థలు మొదటి ప్రపంచ మహాసంగ్రామ సమయ (1914-18) మందు జీవహంతకసంస్థలుగా మారినవి. ఈ విషయము అప్పుడే విరివిగా గుర్తింపబడినది. సంగ్రామ సైన్యములకు కావలసిన మలేరియాఔషధమగు ఆటిబ్రిన్ అంతయు వర్ణద్రవ్య

కర్మాగారములోనే తయారైనది. వర్ణద్రవ్యములకును, ఆటిబ్రిన్‌వంటి చికిత్సాసాధనములకును ముడిద్రవ్యములు సమానములగుటచే ఈ పై సౌకర్యా మేర్పడినది.

వర్ణద్రవ్య నిర్మాణమందు రాసాయనికులు కాంచిన జయము సంయోజితచికిత్సా ద్రవ్యములను, సుగంధద్రవ్యములను తయారుచేయుటలో కూడ లభించినది. స్క్రాప్ అను జర్మన్ రాసాయనికుడు 1880 లో తారునుండి లభ్యమగు క్వినొలీన్‌ను సంయోజనవిధానమున సాధించిన తరువాత ఆటోఫిషర్ 1881 లో మొదటి జ్వరచికిత్సా సాధనమగు కైరిన్‌ను తయారుచేసెను. దీనికి జ్వరమును పోగొట్టుగుణము లున్నవి. తరువాత మరిరెండు జ్వరఘ్న ఔషధములు బయలు వెడలినవి. మొదటిది క్నార్ చే నిర్మితమగు అంటిపైరిన్, రెండవది పిరామిడాన్. ఈ మందులు ఏరకపు జ్వరము నైన కొద్ది నిమిషములలో దించి వేయగలవు. కాని, వీటి సేవన అగ్రాన్యులోసైటోసిస్ అను రక్తకణముల రోగమును తెచ్చిపెట్టును. అందుచే ఈ మందులు వైద్యునిసలహా లేకుండవాడుట ప్రమాదకరము. తరువాత వచ్చిన ఫినాసిటిన్, ఆస్పిరిన్ ద్రవ్యములు తలనొప్పికి, వాతరోగమునకు మందులు.

1884 లో కోకీన్ అను అల్కలాయిడ్ బయటపడినది. దీనిని మొట్టమొదట నేత్రవైద్యములో స్థానీయచేతనానాశకద్రవ్యముగ వాడుకచేసిరి. దీనిరాసాయనిక సంఘట్టనను కనుగొనినవాడు విల్‌స్టెటర్. ఈ విల్‌స్టెటర్ పరిశోధన ఔషధశారీరక ధర్మములకు, యౌగికరచనకుగల సంబంధమును పరిశీలించుటలో మార్గదర్శియైనది. ఈ పరిశీలనాఫలితముగా లభ్యమైన అనేకసంయోజితయౌగికములు కోకీన్ ఉపయోగమును వెనుకపెట్టినవి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి -అనెస్తసిన్, నోవోకెయిన్, యూకెయిన్‌లు. రక్షణరాసాయనిక శాస్త్రమందు ఏర్‌లిక్ గావించిన పరిశ్రమవిషయమై ఇంతకుముందే చెప్పియుంటిమి. నిద్రారోగమునకు కారణమగు ట్రైపేనసోమ్లను సూక్ష్మజీవులను నాశనము చేయుటకుగా బేయర్ 205 అను ఔషధమును కనుగొనెను. అటులనే కాలాజార్ జ్వరక్రిములను రూపుమాపు యూరియాస్టిబామీన్ అను ద్రవ్యమును కలకత్తాలోని స్కూల్ ఆవ్ ట్రాపికల్ మెడిసిన్‌లో పనిచేసిన ఉపేంద్రనాథ బ్రహ్మచారి కనుగొనెను.

సల్ఫానమైడ్ క్రిమిఘ్నగుణము కలదని 1935 లో తెలిసిన తరువాత అనేకమగు సల్ఫాఔషధములు ఔషధనిఘంటువులోనికి చేరినవి. వీటికి గణనీయమగు క్రిమిఘ్న గుణములున్నవి. అందుచే క్రిమికారక రోగములందు ఇవి పనిచేయుచున్నవి. ప్లాస్మోక్విన్, ఆటిబ్రిన్, పాలుడ్రిన్ అను అంటిమలేరియా ఔషధములు విజయవంతముగా పనిచేయుచున్నవి. పెన్సిలిన్‌వంటి సూక్ష్మజీవివృద్ధినిరోధకములగు ద్రవ్యముల గురించి ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. రోగమువల్ల కలుగు మానవదైన్యమును పోద్రోలి లోకకల్యాణమునకు కూర్చు రాసాయనికుల, వైద్యుల ఉదారసహకార పరిశ్రమ ఇట్లు సర్గాంతమువరకు సాగుచునే ఉండును.

మాధుర్యసాధకమగు ద్రవ్యములలో సేకరీన్ ముఖ్యమైనది. దీని ఆవిష్కరణ 1879లో దైవికముగా జరిగినది. ఇది చెరకు పంచదారకన్న 500 రెట్లు ఎక్కువతియ్యనైనది. కాని, శరీరమునకు పుష్టిని కలిగించు గుణములేవియును దీనికిలేవు. దీనిని విశేషముగా వాడుకచేయుట శరీరమునకు చేటువాటిల్లునను అభిప్రాయముతో దీనిని విషౌషధముల పట్టికలోపడవేసిరి. కాని క్రిందటియుద్ధములో దీనిని వాడుకచేయుటవలన అటువంటి చెడుగుణము లున్నటుల రుజువు కాలేదు. సేకరీన్‌కన్న తియ్యదనమెక్కువగల ద్రవ్యములుకూడ మార్కెట్‌లోనికి వచ్చినవి.

అన్నికాలములయందును సుగంధద్రవ్యములు ప్రజల ఆదరణమును పడసినవి. వర్ణద్రవ్య విషయములోవలె సుగంధద్రవ్యములకు బదులుగా సంయోజితద్రవ్యములనేకములు విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ప్రకృతియందు దొరకు వాసనద్రవ్యములలో మొట్టమొదట సంయోజనవిధానమున సాధ్యమైనది కూమరిన్. దీనిని విలియమ్‌హెన్రీ పెర్కిన్ తయారుచేసెను. అప్పటినుండి వానిలిన్, వింటర్‌గ్రీన్ తైలము, దాల్చినతైలము, అనిసాల్డిహైడ్, ఐయోనోన్ మొదలైన వాసనద్రవ్యములన్నియు కృత్రిమముగా తయారు చేయబడినవి. ఇట్లు కార్బన్‌రాసాయనిక విజ్ఞానస్రవంతి గత నూరుసంవత్సరములలో రాసాయనికుల అస్వార్థపరిశ్రమ ఫలముగా విజృంభించిన విధమును సంగ్రహముగా నిరూపించితిమి. ప్రకృతియందు దొరకు యౌగికములనేకములు సాధ్యమగుటయేకాక వేలకొలది నూతన యౌగికములు తయారైనవి. ప్రతివత్సరమును ఈ సంఖ్య అధికమగు చున్నది. అవిచ్ఛిన్నాభ్యాసముచే రాసాయనికులు అతిక్లిష్టయౌగికముల నిర్మాణమందు గణనీయ కౌశలమును గడించుటయే గాక ఆ యౌగికముల అతిగహనాణురచనయందు అత్యద్భుతావగాహము అలవర్చుకొనగలిగిరి. టెనిసన్ మహాకవి గభీరార్థగర్భిత వాక్కులలో గల అర్థము :

'కాలము గడచుకొలది సృష్టియం దిమిడియున్న ప్రయోజనము అంతకంతకు అతిశయముగా అభివ్యక్తమగుచున్నది. దానితోపాటు మానవుని భావములుకూడ వికాసమును చెందుచున్నవి' గమనించ తగినది. మే. వ. న.

# భౌతిక విజ్ఞానము, రాసాయనిక విజ్ఞానము

## అకారాది వివరణము

**అంశమాపనము :** చూ. రాసాయనిక విశ్లేషణము.

**అకర్బనరాసాయనిక శాస్త్రము :** అకర్బనరాసాయనికశాస్త్రము సామాన్య రాసాయనిక శాస్త్రముకన్న చాల భిన్నమైనది. కేవలకార్బన్‌యౌగికముల అనుశీలనకే పరిమితమైన కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రముకన్న కూడ కార్బన్ కాని ఇతర మూలద్రవ్యములయొక్కయు, వాటి యౌగికములయొక్కయు రాసాయనికప్రవృత్తిని తెలియజేయు అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రము విలక్షణమైనది. దీనికి ఇంగ్లీషులో ఇనార్గానిక్ కెమిస్ట్రీ అని వ్యవహారము. అకర్బన ద్రవ్యముల సంగ్రహణ విధానములను, ధర్మములను పరామర్శించుటయే కాక, అట్టిద్రవ్యముల విశిష్ట లక్షణములను, దృష్టసాదృశ్య వ్యత్యాసములను, ప్రవర్తనలను, అకర్బనరాసాయనికశాస్త్రము వివరించును.

మెండెలేయఫ్ ఆవర్త క్రమపట్టిక (చూ. పుట : 95) స్థాపితమగువరకు అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రము కేవల వర్ణనాత్మకముగనే వర్ధిల్లినది. అకర్బన రాసాయనిక శాస్త్రమునకేగాక, సమగ్ర రాసాయనిక శాస్త్రమునకంతకును వెన్నెముకవలె ఆచరించుచున్న ఆవర్తక్రమ విన్యాసమును ఆధారముచేసికొని, నేడు అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రము తత్సంబంధమైన ద్రవ్యములయొక్క ధర్మములను వాటి రచనతో సమన్వయింప యత్నించుచున్నది.

**వర్గీకరణము :** పదిహేడవ శతాబ్దమందు రాసాయనిక శాస్త్రవేత్తయని ప్రఖ్యాతిగాంచిన 'లెమరీ' సూచననను సరించి రాసాయనికులు ద్రవ్యమును ఖనిజములు, వృక్షజములు, జంతుజములు అని మూడు తరగతులుగా స్థూలవిభజనచేసిరి. వృక్షజములగు చాల ద్రవ్యములు జంతుజములుగా కూడ సంభవించునని తెలిసిన తరువాత, కేవలఉత్పత్తి స్థానభేదములనుబట్టి కావించబడిన ఈ వర్గీకరణము వారికి సమంజసముగా తోచలేదు. దాని స్థానమున ఖనిజములు, జీవజములు అను విభాగము తరువాతివారిచే నామోదించబడినది. ఖనిజముల యొక్క ద్రవ్యసంఘట్టనలు జీవజముల వాటికన్న సరళతరనియమముల ననుసరించునని 17 వ శతాబ్దాంతమున 'బెచర్' కావించిన సూచన ఈ పై విభాగమునకు కొంత ఆస్కారమిచ్చినది. కాని 18 వ శతాబ్దమునందు బర్జీలియస్ కావించిన కూలంకష పరిశోధనల ఫలితముగా ఖనిజద్రవ్య రాసాయనిక సంఘట్టనకన్వయించు నియమములే మార్పేమియు లేకుండ, జీవజముల సంఘట్టనకుకూడ అన్వయించు నని తెలిసినది. దీనితో పై విభాగ కల్పనకుగల యుక్తి కొంత కొరవడినది. అయినను జీవజద్రవ్యములను ఖనిజద్రవ్యములట్లు పరిశోధనాగారమందు సాధించుటకు వీలులేదనియు, వీటిని సాధించుట జీవులకు విశిష్టలక్షణమగు జీవశక్తివలననే వీలగు ననియు అభిప్రాయము పాదుకొని యున్నన్నాళ్లు, ఈ విభాగ మంగీకరించబడినది. 1828 లో వలర్ ఈ అభిప్రాయము సరియైనది కాదని నిరూపించిన తరువాత ఈ విభాగమున కౌచిత్య మంతరించినది. అయినను శాస్త్రవిస్తరణ సౌకర్యముకొరకు ఈ విభాగము నేటికిని పాటింపబడుచున్నది.

అకర్బన రాసాయనిక ద్రవ్యముల వైవిధ్యము నొక క్రమములో నిరూపించుటకుకూడ వర్గీకరణ మావశ్యకము. అందుకై వాటి రాసాయనిక భౌతిక ధర్మములనుబట్టి ద్రవ్యములు 'ధాతువు' (మెటల్), లనియు 'అధాతువు' (నాన్ మెటల్) లనియు రెండు ముఖ్యమైన తరగతులుగా విభజించబడినవి. ధాతువనికాని, అధాతువనికాని నిశ్చయముగా చెప్పుటకు వీలులేని ద్రవ్యములు కొన్ని ఉండుటచే క్రమేణ ఈ విభాగమంత నిశితమైనదికాదని తెలిసినది.

18 వ శతాబ్దాంతమున విద్యుత్‌ప్రవాహమును పుట్టించు విశిష్టమైనదొంతర 'వోల్టా పేర్పు' ను వోల్టా నిర్మించిన తరువాత, ఇంతకన్న నిశితమైన వర్గీకరణము వీలైనది (చూ. పుట: 33, 34). ఈ పేర్పును నిర్మించు సందర్భమున నాడు తనకు పరిచితమైన మూలద్రవ్యము లన్నిటిని, ముఖ్యముగా ధాతువులను, వాటి విద్యుత్‌ధర్మ క్రమమును బట్టి ఒక వరుసలో వోల్టా అమర్చెను. ఈ శ్రేణిలో ఏ రెండు భిన్నధాతువులైనను విద్యుద్ఘటమం దొకటి ధనాగ్రముగాను, రెండవది ఋణాగ్రముగాను వాడుక చేయబడినపుడు వాటిని కల్పిన విద్యుద్వాహకమందు విద్యుత్‌ప్రవాహ ముద్భవించునని వోల్టా కనుగొనెను. అంతియే కాక ఆ శ్రేణిలోని రెండుధాతువు లాక్రమించు స్థానముల

మధ్య అంతర మెక్కువగుకొలది, ఘటములో జనించు శక్మము కూడ ఎక్కువగునని నిరూపించెను.

ఈ శ్రేణి స్థాపితమైన వెంటనే ధాతువులు ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించు ఉబలాటముకూడ ఈ వరుసనే మొదటి ధాతువునుండి చివరదానివరకు తగ్గుచుండు నని రాసాయనికుడగు 'రిట్జర్' ప్రయోగపూర్వకముగా రుజువు చేసెను.

విద్యుత్‌రాసాయనిక శ్రేణి

| విద్యుదగ్రశక్మములు | | | |
|---|---|---|---|
| లిథియమ్ | +2·96 | ఇనుము | +0·44 |
| పొటాసియమ్ | +2·92 | కాడ్మియమ్ | +0·40 |
| సోడియమ్ | +2·71 | కోబాల్టు | +0·23 |
| బేరియమ్ | +2·8 | నికెలు | +0·22 |
| స్ట్రాన్షియమ్ | +2·7 | సీసము | +0·12 |
| కాల్సియమ్ | +2·6 | తగరము | +0·10 |
| అల్యూమినియము | +1·7 | హైడ్రోజన్ | +0·00 |
| మగ్నీషియమ్ | +1·55 | రాగి | —0·34 |
| మాంగనీస్ | +1·08 | వెండి | —0·80 |
| జింకు | +0·76 | బంగారము | —1·5 |

అధాతువులగు మూలద్రవ్యములకు కూడ ఇట్టి శ్రేణిని ఏర్పరచవచ్చును. ఇందు ముఖ్యస్థానము నాక్రమించునవి హేలొజన్‌లు. Si, C, B, N, P, S, I, Br, Cl, O, F

విద్యుత్‌ధర్మము, రాసాయనికధర్మము ఈ రెండును శ్రేణిలో ఒకేక్రమము ననుసరించుచున్నవి కనుక, ఈ శ్రేణికి విద్యుత్ రాసాయనికశ్రేణి అని పేరువచ్చినది.

ఇంకొక విశేషము: ధాతులవణములనుండి ధాతువులు ఒకదానినొకటి స్థానచ్యుతిని పొందించగల క్రమముకూడ నిదియే.

విద్యుద్ఘటములో గోచరించు విద్యుచ్చాలకబలోత్పత్తికి కారణము ఘటములోనున్న రెండువిద్యుదగ్రములకు, వాటి పరిసరద్రావణమందున్న సజాతీయ అయన్‌లకు, మధ్య స్థాపితమగు శక్మయే యని తెలిసిన తరువాత (చూ. విద్యుచ్చాలకబలము, విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము — II), భౌతికరాసాయనికులు ప్రయోగములను ఆధారముగాగొని ధాతువులను, వాటి అయన్‌లకుమధ్య జనించు శక్మములను పరిమాణక్రమములో అమర్చిరి. ఈ క్రమము కూడ వోల్టా రచించిన క్రమమునే అనుసరించుచున్నది.

మూలద్రవ్యములయొక్క ధర్మముల పరీక్షకు ఈ శ్రేణి చాల ఉపయుక్తమైనది. ఏలన మూలద్రవ్యము యొక్క ధర్మములు ఈ శ్రేణిలో దాని స్థానమునుబట్టి యుండును. ద్రవ్యముల రాసాయనిక ప్రవృత్తిని వివరించుటకు ఎలక్ట్రాన్‌సిద్ధాంతము వెలువడిన తరువాత ఈ శ్రేణి యొక్క ఉపయోగము మరింత అధికమైనది. ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతదృష్టిలో ఈ వరుస, ద్రవ్యపరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్‌లను కోలుపోయి, ధనావిష్టకణములుగా మారుటకుగల సౌలభ్యమును ఒక క్రమములో చూపుచున్నది. ఈ శ్రేణిలో మీది ధాతువులు క్రిందనున్న వాటికన్న హెచ్చు ఉబలాటముతో ఎలక్ట్రాన్‌లను కోలుపోయి, ధనఅయన్‌లుగా మారగలవు. ఇట్లు ఎలక్ట్రాన్‌లను కోల్పోవు స్వభావముగల పరమాణువులకు ధనవైద్యుతీయము(ఎలక్ట్రోపోజిటివ్) లనియు; ఎలక్ట్రాన్‌లను గ్రహించు స్వభావముగల పరమాణువులకు ఋణవైద్యుతీయము(ఎలక్ట్రోనెగెటివ్)లనియు సంకేతము. విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణిలో మధ్యనున్న హైడ్రోజన్‌కు పైనున్న ధాతువు లన్నియు హైడ్రోజన్‌కన్న ఎక్కువ సులభముగాను, క్రింద నున్నవి హైడ్రోజన్‌కన్న తక్కువ సులభముగాను ఎలక్ట్రాన్‌లను కోలుపోవును. అందువలన హైడ్రోజన్‌తో పోల్చి చూచినప్పుడు, దానిపైనున్న ధాతువులు హైడ్రోజన్ కన్న ఎక్కువ ధనవైద్యుతీయధర్మము కలవియు, క్రింద నున్నవి తక్కువ ధనవైద్యుతీయ ధర్మము కలవియు అగును. విద్యుత్‌స్వభావము మూలద్రవ్యము రాసాయనికధర్మము లన్నిటిని నిరూపించును. అందువలన ఈ విద్యుత్ రాసాయనికశ్రేణి మూలద్రవ్యముల యొక్క రాసాయనికధర్మ క్రమమునకు దర్పణముగా ఆచరించుచున్నది. మూలద్రవ్య వర్గీకరణము విషయమై, ఆవర్తక్రమము తరువాత ఇంత హేతుగర్భితమైన వర్గీకరణ మింకొకటిలేదు.

మూలద్రవ్యముల పట్టిక: నేటికి (1962)సహజము గాను, కృత్రిమముగాను బయటపడిన మూలద్రవ్యములు 102. ఇందు కొన్ని ప్రాచీనములు; మరికొన్ని అత్యంత అధునాతనముగా పరమాణు పరిశోధనాగారములలో కృత్రిమముగా కల్పింపబడినవి. పరమాణ్వంక క్రమములో ఆయా మూలద్రవ్యముల ఉనికిని ఎవరు ఎప్పుడు వెలుగుకు తీసుకువచ్చి నదియును, మూల ద్రవ్యముల పరమాణు భారము వాటి సంకేతములు (పుటలు 121, 122, 123) పొందుపరచబడినవి. ఇందు టెక్నీషియమ్ (43), ప్రొమెథియమ్ (61), ఏస్టాటిన్(85), ఫ్రాన్సియమ్ (87), ఆక్టినియమ్ (89), 93–102 వరకు గల మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారముల యొక్క స్థూలరాశులు మాత్రము ఇవ్వడమైనది.

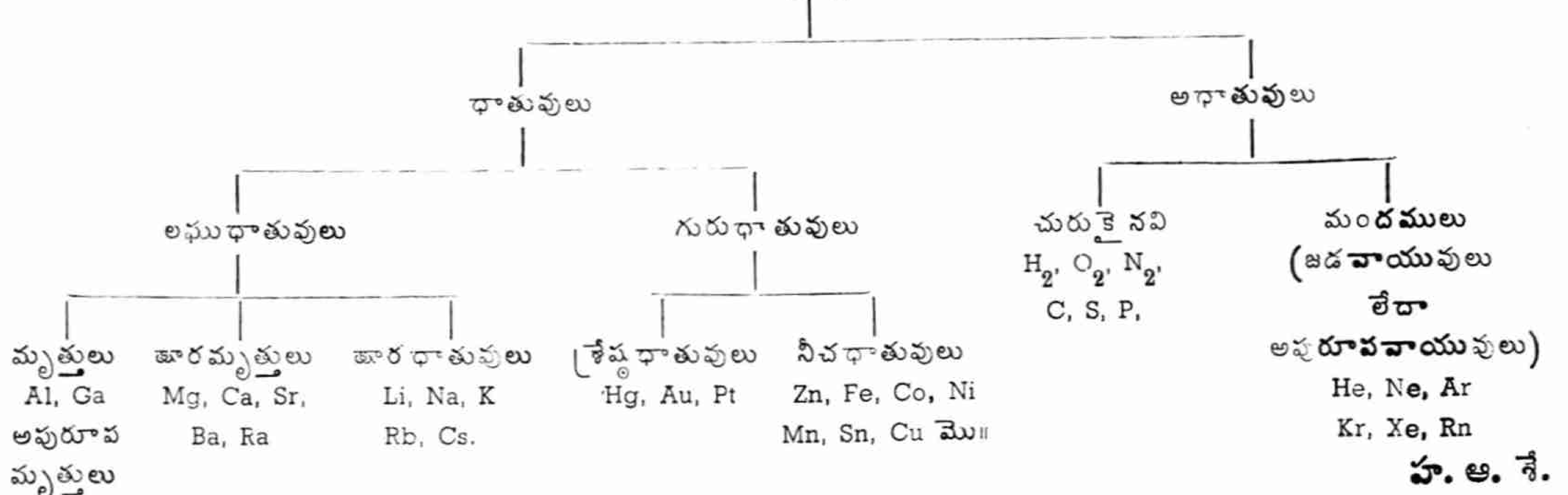
## మూలద్రవ్యముల పట్టిక

| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము | సంకేతము | పరమాణు భారము | ఆవిష్కర్త | కాలము |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | హైడ్రోజన్ | H | 1.008 | హెన్రీకేవెండిష్ | 1766 |
| 2. | హీలియమ్ | He | 4.003 | నార్మన్‌లాక్‌యర్ | 1868 |
| | | | | పియర్ జూల్స్ సీడర్ జాన్సన్ | 1895 |
| | | | | రామ్జి ; క్లీవ్ | 1818 |
| 3. | లిథియమ్ | Li | 6.94 | జోహాన్ అగస్ట్ ఆర్ ఫెడ్‌సన్ | 1828 |
| 4. | బెరిలియమ్ | Be | 9.013 | వలర్ ; A. A. బుస్సీ | 1808 |
| 5. | బోరాన్ | B | 10.82 | గేలుసాక్ ; తెనార్డ్ | |
| 6. | కార్బన్ | C | 12.011 | | |
| 7. | నైట్రోజన్ | N | 14.008 | డేనియల్ రూతర్‌ఫర్డు | 1772 |
| 8. | ఆక్సిజన్ | O | 16.00 | ప్రీస్ట్లీ, షేలే, లావ్వాజ్యే | 1774 |
| 9. | ఫ్లోరిన్ | F | 19.00 | హెన్రీమ్వాసా | 1880 |
| 10. | నియాన్ | Ne | 20.183 | రామ్జి, ట్రావెర్స్ | 1898 |
| 11. | సోడియమ్ | Na | 22.991 | హంఫ్రీడేవీ | 1807 |
| 12. | మగ్నీషియమ్ | Mg | 24.32 | హంఫ్రీడేవి | 1808 |
| 13. | అల్యూమినియము | Al | 26.98 | హాన్స్‌క్రిస్టియన్ అర్‌స్టెడ్;వలర్ | 1825 |
| 14. | సిలికన్ | Si | 28.09 | బర్జీలియస్ | 1823 |
| 15. | భాస్వరము | P | 30.975 | బ్రాండ్ | 1669 |
| 16. | గంధకము | S | 32.066 | | |
| 17. | క్లోరిన్ | Cl | 35.457 | కారల్ షేలే | 1774 |
| | | | | (హంఫ్రీడేవీ) | 1810 |
| 18. | ఆర్గాన్ | Ar | 39.944 | రామ్జి ; రాలే | 1894 |
| 19. | పొటాసియమ్ | K | 39.100 | హంఫ్రీడేవి | 1807 |
| 20. | కాల్సియమ్ | Ca | 40.08 | హంఫ్రీడేవి | 1808 |
| 21. | స్కాండియమ్ | Sc | 44.96 | లాన్స్‌ఫ్రెడరిక్‌నిల్సన్ | 1879 |
| 22. | టైటానియమ్ | Ti | 47.90 | రెవరెండ్ విలియమ్‌గ్రెగర్ | 1791 |
| 23. | వెనేడియమ్ | V | 50.95 | నిల్స్‌గేబ్రియల్‌సెఫ్‌స్ట్రిమ్ | 1831 |
| 24. | క్రోమియమ్ | Cr | 52.01 | వోక్లాన్ | 1798 |
| 25. | మాంగనీస్ | Mn | 54.94 | జోహాన్‌గాట్‌లీబ్‌గాన్ ; షేలే | 1774 |
| 26. | ఇనుము | Fe | 55.85 | | |
| 27. | కోబాల్ట్ | Co | 58.94 | జార్జిబ్రాండ్ | 1735 |
| 28. | నికెల్ | Ni | 58.71 | ఆక్సెల్ ఫ్రెడరిక్ క్రున్‌స్టెట్ | 1751 |
| 29. | రాగి | Cu | 63.54 | ప్రాచీనము | |
| 30. | జింకు | Zn | 65.38 | ఆండ్రీసిగిస్మండ్ మార్‌గ్రాఫ్ | 1746 |
| 31. | గాలియమ్ | Ga | 69.72 | బ్వాబౌద్రన్ | 1875 |
| 32. | జెర్మేనియమ్ | Ge | 72.60 | క్లెమెన్స్ వింక్లర్ | 1886 |
| 33. | ఆర్సెనిక్ | As | 74.92 | ఆల్బర్టస్ మాగ్నస్ | 1193 |
| 34. | సిలీనియమ్ | Se | 78.96 | జోన్స్‌జేకబ్ బర్జీలియస్ | 1817 |
| 35. | బ్రోమీన్ | Br | 79.916 | బాలార్డ్ | 1826 |
| 36. | క్రిప్టాన్ | Kr | 83.80 | రామ్జి, ట్రావెర్స్ | 1898 |
| 37. | రుబిడియమ్ | Rb | 85.48 | రాబర్ట్ విల్‌హెల్మ్‌బున్‌సెన్, కిర్కాఫ్ | 1861 |
| 38. | స్ట్రాన్షియమ్ | Sr | 87.63 | హంఫ్రీడేవీ | 1808 |
| 39. | యిట్రియమ్ | Y | 88.91 | గెడోలిన్ | 1794 |

| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము | సంకేతము | పరమాణు భారము | ఆవిష్కర్త | కాలము |
|---|---|---|---|---|---|
| 40. | జిర్కోనియమ్ | Zr | 91·22 | మార్టిన్ క్లాప్ రాత్ | 1789 |
| 41. | నియోబియమ్ | Nb | 92·91 | ఛార్లెజ్ హాచెట్ | 1801 |
| | (కొలంబియమ్) | | | పీటర్ జేకబ్ హెల్మ్ | 1781 |
| 42. | మొలిబ్డినమ్ | Mo | 95·95 | (కారల్ షేలే) | 1778 |
| 43. | టెక్నిషియమ్ | Tc | 99 | నాడక్, టాకె, బెర్గ్ | 1939 |
| | (మాసూరియమ్) | | | సీబార్గ్, ఎమిలియోసెగ్రె | 1925 |
| 44. | రుదెనియమ్ | Ru | 101·1 | క్లాస్ | 1844 |
| 45. | రోడియమ్ | Rh | 102·91 | వూలాస్టన్ | 1803 |
| 46. | పెల్లేడియమ్ | Pd | 106·4 | వూలాస్టన్ | 1803 |
| 47. | వెండి (రజతము) | Ag | 107·88 | ప్రాచీనము | |
| 48. | కాడ్మియమ్ | Cd | 112.41 | ఫ్రెడ్రిక్ స్ట్రోమెయర్ | 1817 |
| 49. | ఇండియమ్ | In | 114·82 | రీష్ ; రిఖ్టర్ | 1867 |
| 50. | తగరము (టిన్) | Sn | 118·7 | ప్రాచీనము | |
| 51. | ఆంటిమోని | Sb | 121·76 | ? | |
| 52. | టెలురియమ్ | Te | 127·61 | ఫ్రాంజ్ జోసెఫ్ ముల్లర్ | 1740 |
| 53. | అయొడీన్ | I | 126·91 | బెర్నార్డు కుర్టావ | 1811 |
| 54. | జెనాన్ | Xe | 131·3 | రామ్జి ; ట్రావెర్స్ | 1898 |
| 55. | సీజియమ్ | Cs | 132·91 | కిర్కాఫ్, బున్సెన్ | 1860 |
| 56. | బేరియమ్ | Ba | 137·36 | హంఫ్రీడేవి | 1808 |
| 57. | లేంతెనమ్ | La | 138·92 | కార్ల్ గస్టవ్ మోసాండర్ | 1839 |
| 58. | సిరియమ్ | Ce | 140·13 | క్లాప్ రాత్, బర్జీలియస్ | 1875 |
| | | | | హెల్ బ్రాండ్, నార్టన్ | |
| 59. | ప్రాసియోడిమియమ్ | Pr | 140·91 | ఔర్ ఫాన్ వెల్జ్ బాక్ | 1885 |
| | | | | బోహుస్లావ్ బ్రౌనర్ | 1882 |
| 60. | నీవోడిమియమ్ | Nd | 144·27 | ఔర్ ఫాన్ వెల్జ్ బాక్ | 1885 |
| 61. | ప్రొమెథియమ్ | Pm | 147 | హాప్కిన్జ్ హారిస్ | 1924 |
| | (ఇలినియమ్) | | | | |
| 62. | సమేరియమ్ | Sm | 150·35 | బ్వా బౌద్రన్ | 1879 |
| 63. | యూరోపియమ్ | Eu | 152·0 | డిమార్ సే, బ్వాబౌద్రన్ | 1886 |
| 64. | గెడోలినమ్ | Gd | 157.26 | జె. సి. జి. మారిగ్నేక్ | 1880 |
| | | | | బ్వాబౌద్రన్ | 1886 |
| 65. | టెర్బియమ్ | Tb | 158·93 | మోసాండర్ | 1843 |
| 66. | డిస్ప్రోసియమ్ | Dy | 162·51 | బ్వాబౌద్రన్ | 1886 |
| 67. | హోల్మియమ్ | Ho | 164·94 | క్లీవ్ | 1879 |
| 68. | ఎర్బియమ్ | Er | 167·27 | కార్ల్ మూసాండర్ | 1843 |
| 69. | తూలియమ్ | Tm | 168·94 | పీలీ, థియొడోర్, క్లీవ్ | 1889 |
| 70. | యిట్టెర్బియమ్ | Yb | 173·04 | మారిన్యాక్ | 7878 |
| 71. | లూటీషియమ్ | Lu | 174·99 | జార్జిఉర్బా | 1907 |
| 72. | హాఫ్నియమ్ | Hf | 178·50 | కాస్టర్ ; హెవిసే | |
| 73. | టాంటాలమ్ | Ta | 180·95 | ఆంద్రీ, గస్టవ్, ఎకిబర్గ్ | 1802 |
| 74. | టంగ్స్టన్ | W | 183·86 | ఫాస్టోడిఎల్ హుయార్ | 1753 |
| | (వుల్ఫ్రామ్) | | | (జొహాన్ జోన్) | 1781 |
| | | | | కారల్ షేలే | |
| 75. | రెనియమ్ | Re | 186·22 | నాడక్, టాకే, బెర్గ్ | 1925 |
| 76. | ఆస్మియమ్ | Os | 190·2 | స్మిత్సన్, టెనాంట్ | 1804 |

| పరమాణ్వం కము | మూలద్రవ్యము | సంకేతము | పరమాణు భారము | ఆవిష్కర్త | కాలము |
|---|---|---|---|---|---|
| 77. | ఇరిడియమ్ | Ir | 192·20 | స్మిత్సన్, టెనాంట్ | 1804 |
| 78. | ప్లాటినమ్ | Pt | 195·09 | ఛార్లెస్‌వుడ్ | 1740 |
| | | | | జూలియన్ స్కేలిగర్ | 1857 |
| 79. | బంగారము | Au | 197·0 | ప్రాచీనము | |
| 80. | పాదరసము | Hg | 200.61 | ప్రాచీనము | |
| 81. | థాలియమ్ | Tl | 204·39 | విలియమ్‌క్రుక్స్ | 1895 |
| | | | | (క్లాడ్ ఆగస్ట్‌లేమీ) | 1861 |
| 82. | సీసము | Pb | 207·21 | ప్రాచీనము | |
| 83. | బిస్మత్తు | Bi | 208.99 | లెమెరీ, జియాఫ్రాయ్ | (1737) 1753 |
| 84. | పొలోనియమ్ | Po | 210.00 | క్యూరీసతి | 1898 |
| 85. | ఏస్టాటిన్ (ఆలబామీన్) | At | 210·0 | అన్నా సోమర్ కన్య | 1931 |
| | | | | (కార్సన్, మెకంజీ, సెగ్రే) | 1940 |
| 86. | రేడాన్ (ఎమనేషన్) | Rn (Em) | 222·0 | ఫ్రీడ్రిష్ ఎర్న్‌స్ట్‌డోర్న్ | 1900 |
| 87. | ఫ్రాన్సియమ్ | | | ఆలిసన్ ; మర్ఫీ | 1930 |
| | (వర్జీనియమ్) | Fr | 223·0 | పియరీ | 1939 |
| 88. | రేడియమ్ | Ra | 226·05 | క్యూరీదంపతులు | 1898 |
| 89. | ఆక్టినియమ్ | Ac | 227 | ఆంద్రె డెబీర్న్ | 1899 |
| 90. | థోరియమ్ | Th | 232·05 | బర్జీలియస్ | 1828 – 1815 |
| 91. | ప్రోటాక్టినియమ్ | Pa | 231 | ఆటోహాన్, లీమైట్నర్ | 1918 – 7 |
| 92. | యురేనియమ్ | U | 238·07 | మార్టిన్‌క్లాప్‌రాత్ | (1841) |
| | | | | మాక్మిమిలన్, లెబర్‌సన్ | 1789 |
| 93. | నెప్ట్యూనియమ్ | Np | 237 | సీబార్గ్, కెనెడి, వాల్స్ | 1940 |
| 94. | ప్లుటోనియమ్ | Pu | 242 | మాక్మిలన్ | 1940 |
| 95. | అమెరిసియమ్ | Am | 243 | జి. టి. సి. బార్గ్ జేమ్స్‌మోర్గన్ | 1945 |
| 96. | క్యూరియమ్ | Cm | 247 | సీబార్గ్, జేమ్స్, ఘియోర్సో | 1945 |
| 97. | బెర్కెలియమ్ | Bk | 249 | థాంప్సన్ సీబార్గ్ & సీబార్గ్ జేమ్స్, ఘియోర్సో | |
| 98. | కాలిఫోర్నియమ్ | Cf | 251 | థాంప్సన్ సీబార్గ్ & సీబార్గ్ జేమ్స్, ఘియోర్సో | |
| 99. | ఐన్‌స్టయినియమ్ | Es | 254 | | |
| | | | | అనేక పరిశోధక వర్గములు | |
| 100. | ఫెర్మియమ్ | Fm | 253 | | |
| 101. | మెండెలివియమ్ | Md | 256 | ఘియోర్సో | |
| 102. | నోబెలియమ్ | No | 253 | | |

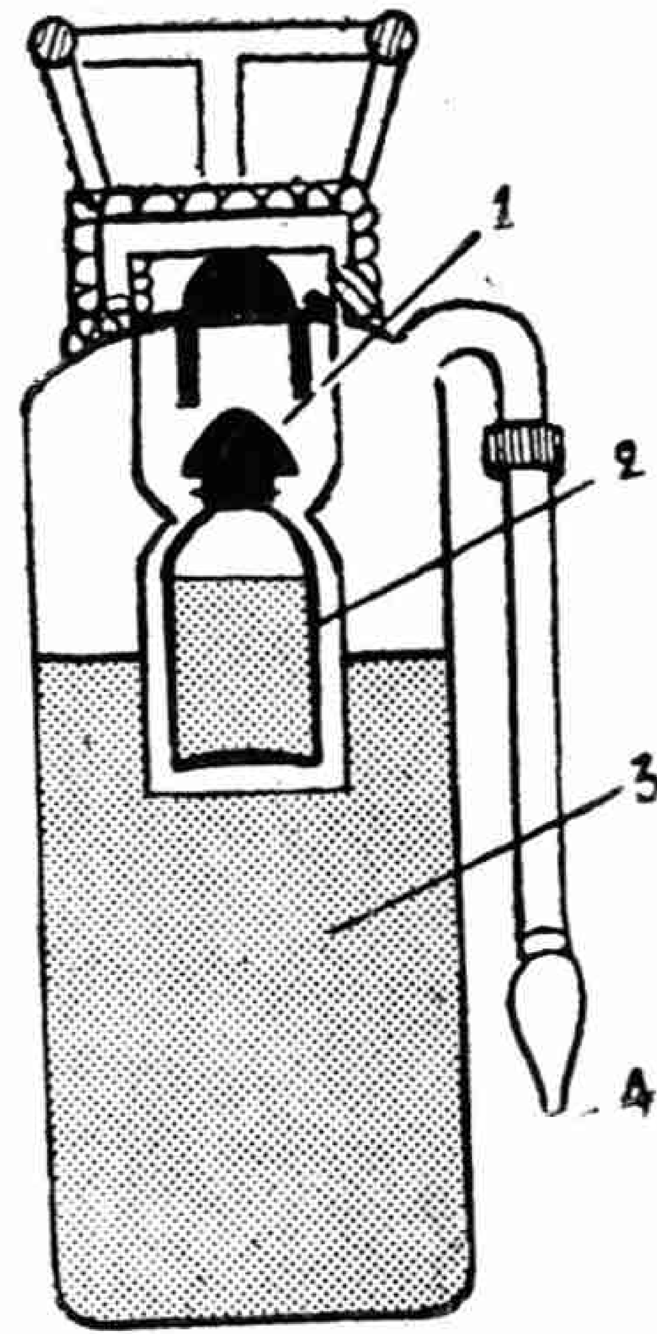
## మూలద్రవ్యముల సామాన్యవర్గీకరణము




హ. అ. శే.

**అగిసెనూనె** : చూ. క్రొవ్వులు, నూనెలు.

**అగ్ని నిర్వాపకములు** : ఇవి సాధారణముగ శంకు ఆకృతిలో నిర్మితమగు దృఢమైన గోడలు గల ధాతు పాత్రలు. ఇందు సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణముతో పాటు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో నింపబడిన గాజుసీసా ఉండును. ఈ పరికరపు పై భాగమున అమర్చబడిన కదురువంటి కాడ క్రిందకు బలముగా నొక్కినచో సీసా పగిలి అందుండు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణముతో కలసినప్పుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు విడుదలయగును. ఈ వాయువు ద్రావణములో కలసి బుస్సుమని విసురుగా ప్రక్కనున్న చిన్న నాళము ద్వారా బయటకువచ్చి మండుచున్న వస్తువుపై ప్రసరించి మంటను ఆర్పివేయును.




ఫైర్ ఎక్స్టింగ్విషర్

1. బిరడా; 2. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గల సీసా, 3. సోడియమ్ కార్బనేట్ ద్రావణము, 4. నిర్గమనాళము (నాజిల్)

కొన్ని పరికరముల నుండి పైరీన్ అను పేరు గల కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ నురుగు బయటికి నెట్టబడి, మంటను ఆర్పివేయును. మరికొన్నిటిలో చూర్ణములు (ఇసుక మొదలగునవి) మంటను ఆర్పివేయు సాధనములుగ ఉపయోగింతురు. ఇవి ముఖ్యముగ విద్యుత్ ప్రమాదము వలన కలుగు అగ్ని భయమునకు ఉచితమగు ప్రతీకార విధానము.

మే. వ. న.

**అణుకిరణములు** : అల్పిష్ఠ కణములగురించి మనకు తెలియున దంతయు, వాటికి శీఘ్రచలనము నిచ్చి, వాటి నొక కిరణ శలాకవలె రూపొందించి, అవి ఇంకొక ద్రవ్యమును తాకునట్లొనర్చుటచే సంఘటిల్లు దృశ్యముల ప్రత్యవేక్షించుట వలన బయలు పడినదియే.

ఇట్టి అణుకిరణ శలాకలను ఉత్పత్తి జేయు ప్రయోగ సాధనములు క్షిప్రకారులగు ఉచ్చశూన్యోత్పాదక యంత్రములు (ఈ యంత్రముల పని వాయువులకు సంబంధించిన చలదణు సిద్ధాంత సహాయమున ఆవిష్కరింపబడిన వాయు ప్రసరణ దృశ్యములపై ఆధారపడి ఉన్నది) అత్యుచ్చ శూన్యములో ఆధారపాత్రయందు గోడనుండి గోడకు అణువులు పరస్పరాభిఘాతములకు గురికాకుండ పరుగులెత్తును. ఏదేని ఒక అత్యల్పమును కాని ప్రేషములోనున్న వాయువున్న పాత్రను ఒక నాళము ద్వారా అత్యుచ్చ శూన్యముతో కలిపిన ఎడల వాయువు యొక్క అణువులు నాళముగుండ సరళసముగ దూసికొనిపోయి ఒక సునిరూపిత శలాకవలె పైకి ఉద్గమించును. అట్టి అణువులు ఆ ఉచ్చశూన్యమును చెరచకుండ నుంచుటకు మనము చేయవలసినది, వాటి కెదురుగానున్న గోడకు అవి అంటుకొనునట్లు చేయవలెను. ఈ ప్రక్రియ మనకు ఆ అణువులు కిరణరూపమున ప్రసరించుచున్నవని కూడ ప్రదర్శించును. అణువుల వాయుస్థితినుండి తొలగించుటకు అతి నిమ్న తాపక్రమము పరమసాధనము. అణువులను పట్టుటకు కూట యంత్రమువలె ఆచరించు ఎదురుగానున్న పాత్ర గోడను అతి నిమ్న తాపక్రమములో ఉంచిన దానిపైని కిరణరూపమున తాకిన అణువులు ఒక నియమితస్థానమున సంహతములై సంగ్రహించబడును.

ఈ ప్రయోగము మనమాకాంక్షించిన ఫలమీయ గలుగును అను విషయము, వాయువుల చలదణుసిద్ధాంతమునకు చక్కని నిరూపకము. వాయువుల ఈ వ్యాకోచనశీలత అవి అవిరతముగ ద్రవ్య జడత్వ నియమమునను సరించి ఋజుపథముల నిటునటు పరుగులెత్తు స్వభావము కలవని మనకు ప్రత్యక్షముగ ప్రదర్శించుచున్నది.

ఇట్టి అణుకిరణములను ఉపయోగించియే గెర్లాక్, స్టెర్న్, ఎల్డ్రిడ్జ్ అను భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు మాక్స్వెల్ ఊహించిన అణువేగ విభజన సూత్రమును సోపయోగముగ సమర్థించగలిగిరి (చూ. అణుభావము). ఈ అణుకిరణ శలాకల ఉత్పాదన వలన మాక్స్వెల్ విభజన సూత్ర ఫలము నిరూపింపబడుటయేగాక, డిబ్రాయ్ సోపజ్ఞమైన తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతమునుండి నిష్కృష్టమైన నిగమనము, అనగా అణువులతో సహచరించుచు, వాటి గతిని నియంత్రించు తరంగము లుండుననియు. అట్టి తరంగములు స్ఫటికతలమునుండి ప్రతిఫలింప చేయబడినప్పుడు తెల్లని కాంతి ప్రదర్శించు వర్ణమాలవంటి అణుతరంగ వర్ణమాలను ప్రదర్శించుననియు ఊహ సప్రయోగముగ సమర్థించబడినది (చూ. తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము). ఇంతే కాదు. యోగ్యయాంత్రిక పరికర సహాయమున అణుకిరణ శలాకనుండి సమానవేగములుగల అణుసమూహముగు నొక సన్నని కిరణశలాకను వేరు పరచవచ్చును. ఈ అణువులను ఒక స్ఫటికతలముపై పడనిచ్చినచో, అవి ఆ తలమునుండి ప్రతిఫలితములై ఒక సంగ్రాహకమునందు సంగ్రహించబడునట్లు చేయవచ్చును. ఈ ప్రయోగఫలము డిబ్రాయ్ ఊహల యథార్థతను నిరూపించుచున్నది. కిరణ

శలాక రూపమును స్వీకరించు సాధారణ పరమాణువులు లేదా అణువులుకూడ అవకాశమందు వాటి విభజనమును గురించి తరంగసిద్ధాంత ప్రదర్శితరీతిని ప్రవర్తించునని నిరూపితమైనది. మే. వ. న.

**అణుచలన సిద్ధాంతము** : వాయువుల రాసాయనిక సంయోగమును డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంత దృష్టిలో వివరించుటకు చేసిన ప్రయత్నములలో ఆవాగాడ్రో అను ఇటలీ విజ్ఞానిచే 'అణుభావము' రాసాయనికశాస్త్రమందు ప్రవేశపెట్టబడినది (చూ. అణుభావము). పరమాణువులు సామాన్యముగా ద్రవ్యాంతిమ ఘటకము లయ్యును, కొన్ని విశేష పరిస్థితులలో తప్ప సామాన్యముగా అవి విడిగా ఉండనేరవు. పరమాణువులకు కూటములుగా ఏర్పడు స్వభావము కలదు. అట్టి స్వభావమే ప్రపంచసృష్టికి నిమిత్తము. అట్టి కూటములకు అణువులని ఆవాగాడ్రో నిరూపించెను. వాయువుల రచనను తక్కిన ఘన, ద్రవ్య స్థితులకంటె వాయుస్థితికున్న ధర్మములను వివరించుట ప్రయోజనముగా గల సమగ్ర శాస్త్రీయ సిద్ధాంతమును ఒక దానిని కల్పించుటకు రాసాయనిక క్షేత్రమందు వెలుగు చూచిన ఈ అణుభావము తరువాతి కాలములో మహత్తర సాధనమైనది.

ఆవాగాడ్రోచే స్థాపితమైన అణుసిద్ధాంతము యొక్క విశదీకరణ సామర్థ్యము, ఉపయుక్తత మూలయౌగికముల రాసాయనిక సంయోగ భారనిష్పత్తి సాధనకేకాక, వాయు ప్రవర్తనకు అన్వయించు సామాన్య నియమముల ఆవిష్కరణకు కూడ తోడ్పడినవి. ఆవాగాడ్రో కల్పన సహాయమున, చలదణుసిద్ధాంత మను పేర వాయువుల కన్వయించు విశదవ్యాపక సిద్ధాంత మొకటి సాధ్యమైనది.

వాయుస్థితిని, ధర్మములను శాస్త్రీయముగా వివరించుటకు 1857 లో క్లాసియస్ అను జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని 'అణుచలన సిద్ధాంతము' అనుపేర నొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ఆ సిద్ధాంతమును 1860 లో జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్‌వెల్ అను బ్రిటిష్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు విపులీకరించెను. దీనికి బోల్ట్స్‌మాన్ అను జర్మను విజ్ఞాని సంభావ్యతాకలన గణితము (ప్రోబబిలిటీ కాలిక్యులస్)తో పొత్తుకూర్చి సిద్ధాతమునకు శాస్త్రనైశిత్యమును ఆపాదించెను.

ప్రకృతి సంఘటనలు అతిక్లిష్టములు, సమగ్రములును అట్టి సమగ్రస్థితిలో ఆ సంఘటనలు బోధకు లొంగవు; అందువలన శాస్త్రాభ్యాసకుడు అట్టి సంఘటనల ననుశీలించుతరి, ఉన్న క్లిష్టతలను ఒడ్డిగిలించియు, కొన్ని ఉచితములగు ప్రాయోగిక పరిస్థితులను కల్పించి, సరళపరిస్థితులను ఊహించియు వాటి సహాయమున తన సిద్ధాంతమును సుగ్రాహమగునట్లు స్థాపింప యత్నించును. ఉదాహరణమునకు : అవకాశమందు స్వేచ్ఛగా క్రిందికి పడుచున్న వస్తువుల కన్వయించు నియమముల నావిష్కరించు సందర్భమున గెలిలియోను ఎదుర్కొనినవి రెండు క్లిష్ట పరిస్థితులు : మొదటిది వస్తువులు పైనుంచి క్రిందికి తిన్నగా పడుచున్నపుడు కాలమునుబట్టి భూమికి సాపేక్షముగా ఆ వస్తువు యొక్క స్థానములను ప్రత్యవేక్షించుటకు, భూతలస్థుడైన ప్రత్యవేక్షకునికి సౌకర్యము లేకపోవుట ; రెండవది, వస్తువుల పతనమునకు గాలివలనైన నిరోధము. మొదటి క్లిష్టతను తొలగించుటకు గెలిలియో పన్నిన పన్నుగడ ఏటవాలు బల్లపై వస్తువుల జారనిచ్చి ఆ వస్తువుల చలనము యొక్క ఋజురేఖా ఘటకము ఋజు పతన నియమముల ననుసరించు నను కల్పిత ఊహ. రెండవ క్లిష్టతను వస్తువుల ఋజుపతనమును ఎదిర్కొను గాలియొక్క నిరోధము లెక్కలోనికి తీసికొనుట కావశ్యకమైనంత మహత్త్వము కలిగినది కాదని దాని త్రోసిపుచ్చుట. ఇట్లు సరళ ప్రాయోగిక పరిస్థితులను ఉపకల్పించుటవలనగాని, అల్ప ప్రభావము కలిగియున్న క్లిష్ట పరిస్థితులు లేవనుకొనుట వలనగాని క్లిష్ట ప్రకృతి సంఘటన సరళీకరించుటకు శాస్త్రీయ పరిభాషలో పృథక్కరణము (ఎబ్‌స్ట్రాక్షన్) అని పేరు. ప్రకృతి సంఘటన క్లిష్టతల యోగపద్యమును, సమగ్రతను నాకళించుకొనలేని మానవబుద్ధికి ఈ పృథక్కరణము శాస్త్ర సోధారోహణమునకు సులభ సోపానము. పృథక్కరణ వ్యాపారమును చేవిడిచినచో శాస్త్రనిర్మాణమే అసంభవమగును(చూ. పృథక్కరణము. దర్శనములు - మతములు సంపుటము, పు. 534). వాయువుల ప్రవర్తనను శాస్త్రీయముగ వివరించుటకు పై జెప్పిన పృథక్కరణ వ్యాపారమును ఉపయోగించి, సరళీకరణ ప్రయోజనమునుద్దేశించి, వాటికి కొన్ని అప్రత్యక్ష ధర్మముల ఆరోపించి క్లాసియస్ ఈ క్రింది కల్పనలను అంగీకరించెను :

1. వాయువులు అణువులను పేరుగల పరిచ్ఛిన్న ద్రవ్యకణముల సమూహములు ;
2. ఈ అణువులు అతితీవ్రవేగముతో న్యూటన్‌గతి నియమము ననుసరించి చలించుచుండును ;
3. ఈ చలించుచున్న అణువులు ఆధారపాత్రయొక్క గోడలను కొంతబలముతో తాకునపుడు సంభవించు చాటిగతి భారమునందు కలిగిన మార్పుల సముదాయ ఫలమే ఆ వాయువుల ఒత్తిడిగా మన అనుభవమునకు గోచరించును;
4. అణువుల మధ్యనున్న శూన్యస్థల పరిమాణముతో పోల్చి చూచినచో అణువులు స్వయముగా ఆక్రమించు స్థలము

చాల అల్పము. వలన ఈ వాయువే ద్రవీకృత స్థితిలో ఆక్రమించుచోటు చాల తక్కువ. ఈ ఊహ ప్రత్యేకాణువు యొక్క పరిమాణము ఊహ కందనంత అల్పమను కల్పనకు దారి తీయును ;

5. అణచిపెట్టిన వాయువులు ఎగదన్ననను అనుభవమునుండి (సైకిల్ ట్యూబ్‌లోనికి పంపుతో గాలి ఎక్కించునపుడు మనకు కలుగు నిరోధానుభవము) అణువులు సంపూర్ణ స్థితిస్థాపక గుణము కలవియను కల్పన ఉపపన్నమగును. ఇదిగాక స్థిరతాపక్రమములో ఉంచిన వాయువుయొక్క ప్రేషము ఎన్నటికిని మారకుండుటనుబట్టి, వాయుకణములు నిరంతరము ఒకదానిలో ఇంకొకటి డీకొనుచున్నను, వాటి చలనశక్తిలో ఇసుమంతయైన మార్పుగోచరించ దను ఊహ కూడ వాయు కణముల సంపూర్ణ స్థితిస్థాపక గుణమును సమర్థించును ;

6. వాటి చలనశక్తి కారణమున ప్రతివాయు కణమునకును కొంత శక్తి ఉండును. ఈ వాయువులో నిమిడి ఉన్న ఈ శక్తి మన త్వగింద్రియమునకు వేడిమిగా గోచరించును. వాయుకణము లందుండు ఈ శక్తి మన త్వగింద్రియమునకు గోచరమగు వేడిమిగా ఎట్లు రూపొందినదో యనునది నేటికిని అవిజ్ఞాత విషయము ;

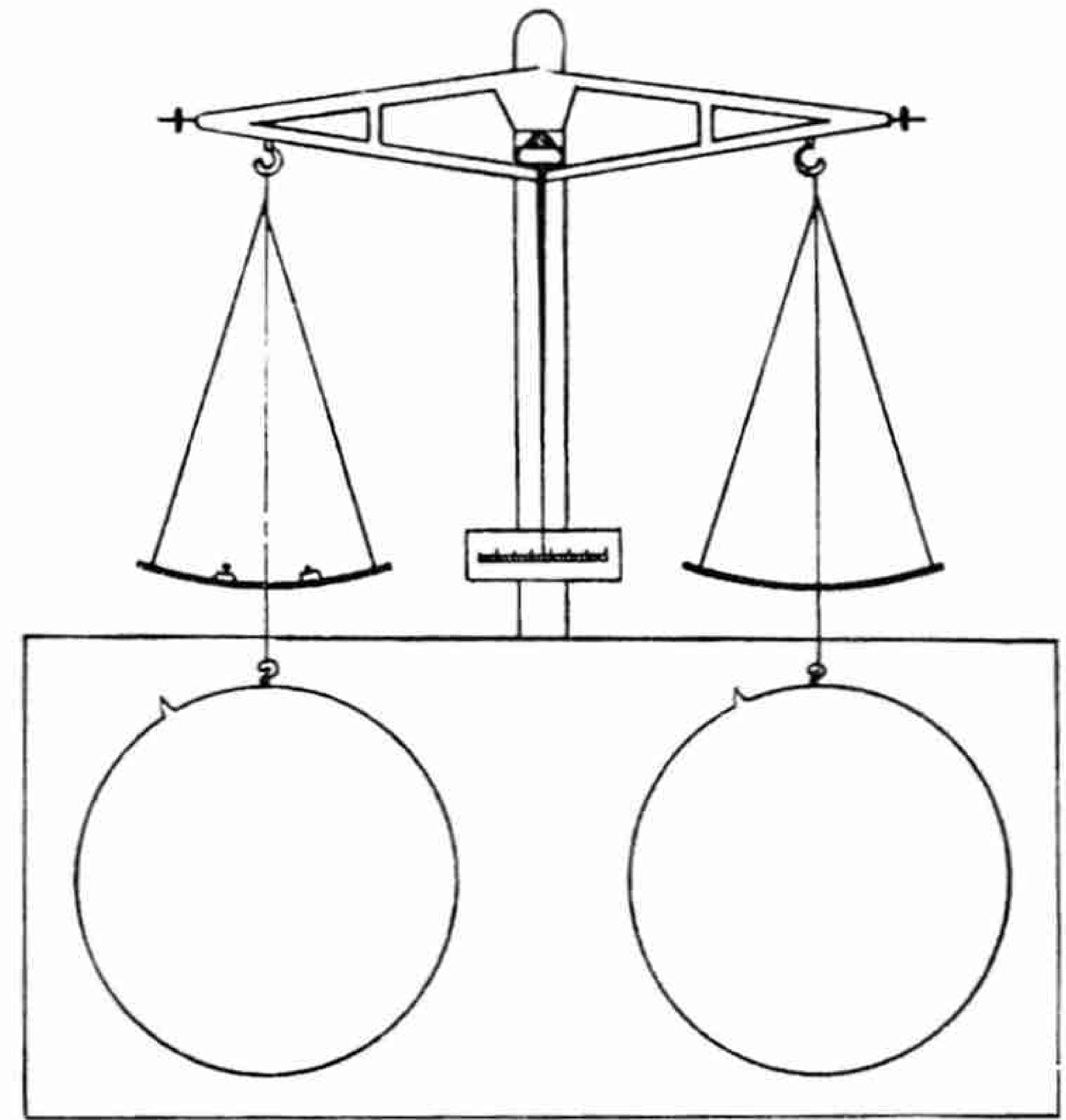
7. అణువుల చలనశక్తి వాయువుయొక్క తాపక్రమముతో అనులోమరీతిని మారుచుండును. మే. వ. న.

**అణుభార నిర్ణయము :** అణుభారము అనగా ఒక్క అణువుయొక్క భారము అని అర్థము కాదు. వలన ద్రవ్యాణువు స్వల్పాతిస్వల్ప మగుటచే దానిని ప్రత్యేకించి తూచుట సాధ్యము కాదు. అందువలన అణుభారమన్న మాట ఒక సాంకేతిక అర్థమును తెలియజేయును. ఏదేని మూల ద్రవ్యము యొక్కగాని, యౌగికము యొక్కగాని అణుభారమును తెలియజేయు సంఖ్య ఆ అణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువుకన్న ఎన్నిరెట్లు బరువుగా ఉండునో తెలియ చేయును. నైట్రోజన్ అణుభారము 28 అనగా హైడ్రోజన్ పరమాణువుకన్న నైట్రోజన్ అణువు 28 రెట్లు బరువు. ఇచ్చట గుర్తించవలసిన ముఖ్యవిషయ మొకటి కలదు. అణుభారమును లెక్కించుటకుగాని, పరమాణు భారమును లెక్కించుటకుగాని హైడ్రోజన్ పరమాణు భారమునే యూనిట్‌గా తీసికొనుట సంప్రదాయము. అనగా హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు సాంకేతికముగా 'ఒకటి' యను భారమును ఆరోపించి, ఈ మానముతో తక్కిన మూలద్రవ్యముల పరమాణుభారమును, యౌగికముల మూలద్రవ్యముల అణుభారములను లెక్కించుట పరిపాటి. అణుభారభావ ప్రకరణములో హైడ్రోజన్ అణుభార సాపేక్షముగ ఏదేని ద్రవ్యాణువుయొక్క భారము నెట్లు నిర్ణయించుటకు వీలగునో సూచించబడినది. అచ్చట సాధించ బడిన క్రింది సమీకరణములలో

అణుభారము = ప్రమాణసాంద్రత $\times$ 22·4...(1) లేదా అణుభారము = తారతమ్యసాంద్రత $\times$ 2...(2) ఈ రెండు సమీకరణములలో

దేనినైనను అణుభారనిర్ణయమునకు ఉపయోగించ వచ్చును. ఇచ్చట అట్టి ప్రమాణసాంద్రత, లేదా తారతమ్య సాంద్రతయొక్క నిర్ణయమునకు వలయు ప్రయోగ విధానములు వర్ణించబడినవి.

అవి బాష్పముల కన్వయించునవి ; వాయువుల కన్వయించునవి అని రెండు తెరగులుగా నున్నవి. వాయువు సాంద్రతను రన్యోపద్ధతిని ఉపయోగించి కనుగొనవచ్చును. రన్యోపద్ధతి సాధారణ సున్నితపుత్రాసు యొక్క తులాదండపుకొన కొక్కెములనుండి వ్రేలదీసిన సన్ననితీగలు



రన్యోపద్ధతిని వాయువుయొక్క అణుభారమును నిర్ణయించుటకుపయోగించు తులాయంత్రము.

తూనికపళ్లెములద్వారా క్రిందనున్న పెట్టెలోనికి చొచ్చియుండును. పెట్టెలోనున్న రెండు తీగలకొసలను పల్చటి గోడలుగల పెద్దగాజుబుడ్లు 1 వ పటములో చూపినట్లు కట్టియుండును. ఆ రెండు గోళముల ఆయతనములును సాధ్యమైనంత సమానముగా ఉండవలెను. కుడివైపున నున్న గోళమందెప్పుడును గాలియే ఉండును. ఎడమవైపు గోళమునుండి గాలిని పూర్తిగా తీసివేసి, ఈ గోళము కుడి గోళముతో తులతూగునట్లు, దీని పళ్ళెములో బరువులను ఉంచవలెను. తరువాత ఈ వాయురిక్తగోళమును విదిత ప్రేష, తాపక్రమ పరిస్థితులలో పరీక్ష్యవాయువుతో నింపి మరల ఈసారి దాని పళ్ళెములో బరువునుంచి రెండవ గోళముతో తుల తూగునట్లు చేయవలెను. ఈసారి ఎడమ పళ్లెములో ఉంచిన బరువు ఎడమగోళమును నింపిన వాయువుయొక్క భారమై ఉండును.

నీటితోనింపి తూచుటవలనగాని, ఆనీటి ఆయతనమును కొలగిన్నెలతో కొలచికాని ఎడమగోళపు ఆయతనమును నిర్ణయించవచ్చును.

ఉదా: నైట్రోజన్ సాంద్రతను నిర్ణయించుటకై ఉద్దేశింపబడిన ఒక ప్రయోగములో గోళపు ఆయతనము = 1628 ఘ.సెం.మీ. $15^{o}C$ వద్ద 756 మి. మీ. ప్రేషములో చెమ్మలేని నైట్రోజన్‌తో నింపిన గోళపుభారమందు కనబడిన పెచ్చు = 1·9203 గ్రాములు.

$15^{o}$ C వద్ద 756 మి. మీ. ప్రేషమువద్ద నైట్రోజన్ ఆయతనము 1628 ఘ. సెం. మీ. కనుక ప్రమాణ పరిస్థితులలో

$$\text{నైట్రోజన్ ఆయతనము} = 1628 \times \frac{273}{288} \times \frac{756}{760} =$$

1534 ఘ. సెం. మీ.

$$\text{నైట్రోజన్ సాంద్రత} = \frac{\text{భారము}}{\text{ఆయతనము (లీటర్లలో)}}$$

$$= \frac{1 \cdot 9203}{1 \cdot 534} = 1 \cdot 252 \text{ గ్రా. లీటరు}$$

$$\text{నైట్రోజన్ అణుభారము} = 1 \cdot 252 \times 22 \cdot 4 = 28 \cdot 04$$

ఈ ప్రయోగఫలమును ఇంతకన్న యథార్థముగా పొందవలెననిన, రెండు దిద్దుబాట్లు కావలెను :

(1) వాయురిక్తగోళముకన్న వాయుపూరితగోళము అత్యల్పముగా పెద్దదియగుటచే పెట్టెలోనున్న గాలియొక్క ఉత్ప్లవన ప్రభావము వాయుపూరితగోళమును వాయురిక్తగోళమునుకన్న కొంచెము హెచ్చుగా తేలగొట్టును. ఈ తేలగొట్టుట వలన కలిగిన భారముయొక్క తగ్గుదల ఆర్కిమిడీజ్ ఉత్ప్లవన నియమప్రకారము ఆయాగోళముల ఆయతనభేదమునకు సరియైన గాలియొక్క భారమునకు సమానముగా నుండును. వాయురిక్తదశనుండి వాయుపూరితదశకు వచ్చినప్పటి గోళముయొక్క ఆయతన అతిశయమును ప్రాయోగికముగా నిర్ణయించవచ్చును. ఈ ఆయతనమందు కలిగిన పెచ్చుకు సమానమగు ఆయతనముగల గాలిభారమును గాలి సాంద్రతనుండి సులభముగా లెక్కించ వచ్చును. ఈ భారమును వాయుపూరితగోళ భారమునకు కలిపినచో ఆ గోళపు నిజభారము తెలియును.

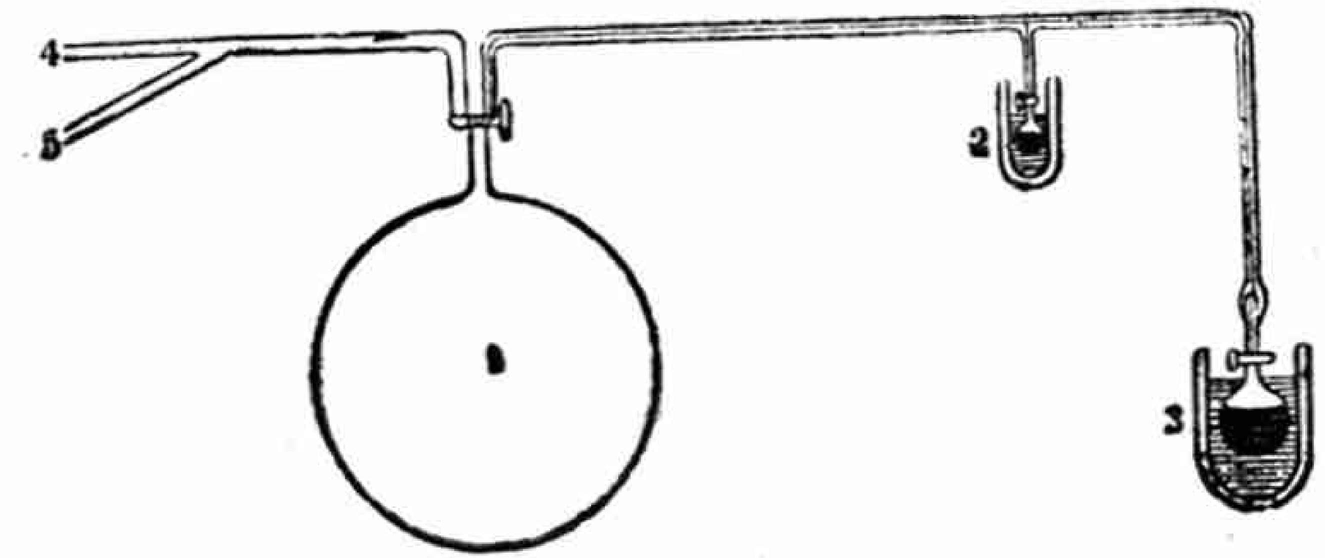
రెండవ దిద్దుబాటు: ఒకవస్తువుయొక్క భారము దానిని తూచు ప్రదేశముయొక్క ఎత్తును, దాని అక్షాంశమును పట్టి యుండును. అందువలన నిశితముగా భారమును నిర్ణయించవలెననిన తూనికభారమును సముద్రమట్టమునకు, ప్రమాణ అక్షాంశ*కు ప్రథితమైన సూత్రములను అనుసరించి దిద్దవలెను. పైని వివరించిన రన్యోపద్ధతిలో మూడు లోపములు ఉన్నవి.

1. అసలు వాయువుయొక్క భారము పాత్రభారముకన్న చాల తక్కువ. ఈ పరిస్థితివలన పాత్రను తూచుటలో కలిగిన చిన్నతప్పు, వాయుభారమందు పెద్దతప్పుగా పరిణమించును ;
2. పల్చని గాజుబుడ్డి ప్రేషవ్యత్యాసములకు ఆయతనవ్యత్యాసములను చూపును. అనగా చిన్నదిగాని, పెద్దదిగాని యగుచుండును :
3. దానితలవైశాల్యము పెద్దదగుటవలన దాని పైభాగము చెమ్మగిలుట సులభము:

ఈమూడులోపములకు లొంగని పద్ధతి నొకదానిని 'గ్రే', 'బర్ట్' అను ఇద్దరు ఇంగ్లీషు రాసాయనికులు క్లోరీన్‌వాయువుసాంద్రతను యథార్థముగా నిర్ణయించు సందర్భమున కనిపెట్టిరి.

వీరి విధానమున కొబ్బరిపెంకులబొగ్గు ప్రధానాంగము. ద్రవీకృత సాధారణవాయుతాపక్రమములో కొబ్బరిడిప్ప బొగ్గు ఏదేనిపాత్రలోనున్న వాయువును నిశ్శేషముగా పీల్చివేయగలదు.

బిరడాకల ఒకపెద్దగాజుగోళము (1) పటములో చూపినట్లు కొబ్బరిపెంకుబొగ్గుగల చిన్నగాజుగోళము(2,3)లతో




గ్రే, బర్ట్, వాడుకచేసిన వాయుసాంద్రతానిర్ణయపరికరము,
1. వాయుగోళము, 2. చిన్నబొగ్గుబుడ్డి, 3. పెద్దబొగ్గుబుడ్డి,
4. క్లోరీన్ పాత్రకు, 5. వాయురేచకయంత్రమునకు.

ఒకవైపు కలపబడియున్నది. ఈ చిన్నవి రెండును ద్రవముగా మార్పబడిన గాలిలో ముంచియున్నవి. పెద్దగాజుగోళము రెండవవైపు రెండు గాజుగొట్టములు అతికియున్నవి. ఈ గొట్టములలో నొకటి ప్రేషమాపకము ద్వారా వాయురేచకయంత్రమునకును, రెండవది క్లోరీన్ వాయువును సరఫరాచేయు పరికరమునకును కలిపియుండును. రెండుచిన్న బొగ్గుబుడ్లలో చివరిది పరికరమునుండి విడదీసి తూచుటకు వీలుగానున్నది. మొదటిది విడదీయుటకు వీలులేకుండ కలిపియున్నది. పాదరసరేచకయంత్రముతో పరికరమునంతను వాయురిక్తము కావించిన తరువాత బొగ్గుబుడ్ల బిరడాలను మూసియుంచవలెను. పెద్దగోళమును $0^{o}C$ తాపక్రమమున 760 మి. మీ. ప్రేషములో క్లోరీన్‌తో నింపి, సంధాననాళములందున్న

* గ్రీనిచ్ అక్షాంశ $45^{o}$ ప్రమాణ అక్షాంశగా శాస్త్రవిదులచే నంగీకరించబడినది.

వాయువును చిన్న బొగ్గుబుడ్డితో పిల్చివేసినతరువాత, దీని బిరడానుమూసి చివర బొగ్గుబుడ్డి బిరడాను తెరచి దానిని పెద్దగోళముతో కలుప వలయును. క్లోరిన్ పూర్ణముగా పిల్చబడిన తరువాత ఈ చివర బుడ్డిని విడదీసి తూచవలెను. క్లోరిన్‌ను పిల్చకముందు ఈ బుడ్డిభారము తెలిసియుండ వలెను. ఈ బుడ్డియొక్క భారవ్యత్యాసము పిల్చబడిన క్లోరిన్ వాయుభారమునకు సమానము. పెద్దగాజు గోళము యొక్క ఆయతనమును కొలిచినయెడల క్లోరిన్ ఆయతనముకూడ నిర్ణీతమగును. ఒక ప్రయోగమందు క్రింది ఫలితములు లభించినవి.

3 వ బొగ్గుబుడ్డి రెండవతూకము = 14·379 గ్రా.
మొదటి ,, = 12·432 ,,
క్లోరిన్ వాయువుభారము = 1·947 ,,
గాజుగోళముయొక్క, ఆయతనము = 1230 ఘ. సెం.
$0°C$. వద్ద 760 మి. మీ.ల ప్రేషములో క్లోరిన్ ఆయతనము } = 1230 ,,

క్లోరిన్ సాంద్రత = $\frac{\text{భారము}}{\text{ఆయతనము}} = \frac{1\cdot947}{1230}$

క్లోరిన్ అణుభారము = సాంద్రత × 22·4 లీటర్లు

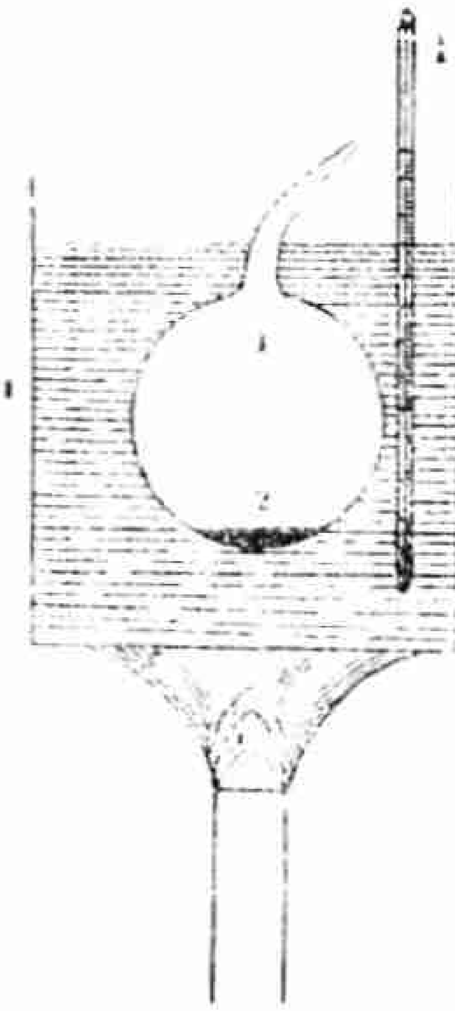
$$= \frac{1\cdot947}{1230} \times 22\cdot4 = 35\cdot45 \text{ గ్రాము.}$$

ద్రవబాష్పములు : ద్రవబాష్పసాంద్రతలను నిర్ణయించుటకగు విధానములు వాయువుల విధానములంత యథార్థఫలితములను ఈయవు. దీనికి కారణము వాయువులతో సరిపోల్చిచూడ బాష్పములు వాయునియమములను నిశితముగా పాటించక పోవుటయే. కనుక బాష్పముల పక్షములో లభ్యమగుఫలితములు యథార్థమైన విలువలకు 10% తప్పియుండును. అయినను ఈ స్థూలమూల్యములు, ముందు చూపబడునట్లు, యౌగికముల అణుసాంకేతికముల నిశ్చయించుటకు చాలును.

అణుభారనిర్ణయమునకు డ్యూమా విధానము, హాఫ్‌మన్‌విధానము, విక్టర్ మైయర్ విధానను అని మూడు విధానములున్నవి.

వీటిలో డ్యూమా పద్ధతి తక్కిన రెండింటికన్న హెచ్చు యథార్థమూల్యముల నీయగలదు. హాఫ్‌మన్ పద్ధతిలో తక్కినవాటిలో లేని యొకవిశేష మున్నది. ఇది ఏమన ద్రవము టారిసెల్లిశూన్యములో బాష్పీకృతమగుటచే ద్రవముయొక్క క్వథనాంకమునకు చాల దిగువ తాపక్రమములోనే సాంద్రతను నిర్ణయించుటకు వీలగును. మూడవదియగు విక్టర్ మైయర్ పద్ధతి మిక్కిలివాడుకలో ఉన్నది. ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించుటలో పరికరమును ప్రతిసారియు ప్రయోగమునకు సిద్ధముచేయుటలో విశేషశ్రమ లేకుండగనే అనేకప్రయోగములను వరుసపెట్టి చేయవచ్చును. అదిగాక ద్రవమును బాష్పీకరించు తాపక్రమము తెలియనక్కరలేదు.

డ్యూమా పద్ధతి : దీనియందుకూడ రన్యోపద్ధతియందు వలెనే పెద్ద (300 - 500 ఘనసెంటిమీటర్ల ఆయతనము గల) గోళమును వాడుకచేయుదురు. ఈ గోళమునకు పొడవైన సూదిమెడ గలదు. ఇట్టిదే యగు మరొకదానితో పడికట్టి ఈ గోళపు భారమును కనుగొనవలెను. తరువాత ఈ గోళమును కొంచెము వెచ్చచేసి దాని సూచ్యగ్రమును బాష్పీకరించవలసిన ద్రవములో ఉంచవలెను. చాలినంత ద్రవము గోళములోని కెక్కిన తరువాత లోపలిద్రవముకన్న $30° C$ ఎక్కువ తాపక్రమములో మరుగుచున్న ద్రవములో ఈ గోళమును ఉంచవలెను.



డ్యూమా బాష్ప సాంద్రతానిర్ణయ పద్ధతి.
1. తాపక్రమమాపకము.
2. ద్రవము.
3. సూచ్యగ్రగోళము.
4. తాపనద్రవపాత్ర.

గోళములోపలి ద్రవము ఈ పరిస్థితులలో త్వరగా బాష్పమై గోళమునందు అదివరకున్న గాలిని పైకి నెట్టివేసి గోళగర్భమును సంపూర్ణముగా ఆక్రమించును. ద్రవము పూర్తిగా బాష్పముక్రింద మారి, బాష్పము మరి పైకి పోకుండ ఉండునప్పుడు సూచ్యగ్రమును జ్వాలలో కరగించి మూసివేయవలెను. గోళమును పైకితీసి దానినంటుకొనిన ద్రవమును తుడిచివేసి చల్లారనిచ్చి తూచవలెను. బాష్పమును గోళములో బంధించుక్షణములో అమలులోనున్న వాతావరణ ప్రేషమును, బాహ్యద్రవపు క్వథనతాపక్రమమును గుర్తించవలెను. గాలితోనిండియున్న గోళపుబరువునుండి అంతే ఆయతనముగల గాలి భారమును తీసివేసిన యెడల గోళముయొక్క నిజభారము లభ్యమగును.

గోళపునిజభారము = గాలితోనిండిన గోళపుభారము — దానిలోనున్న గాలిభారము............(1)

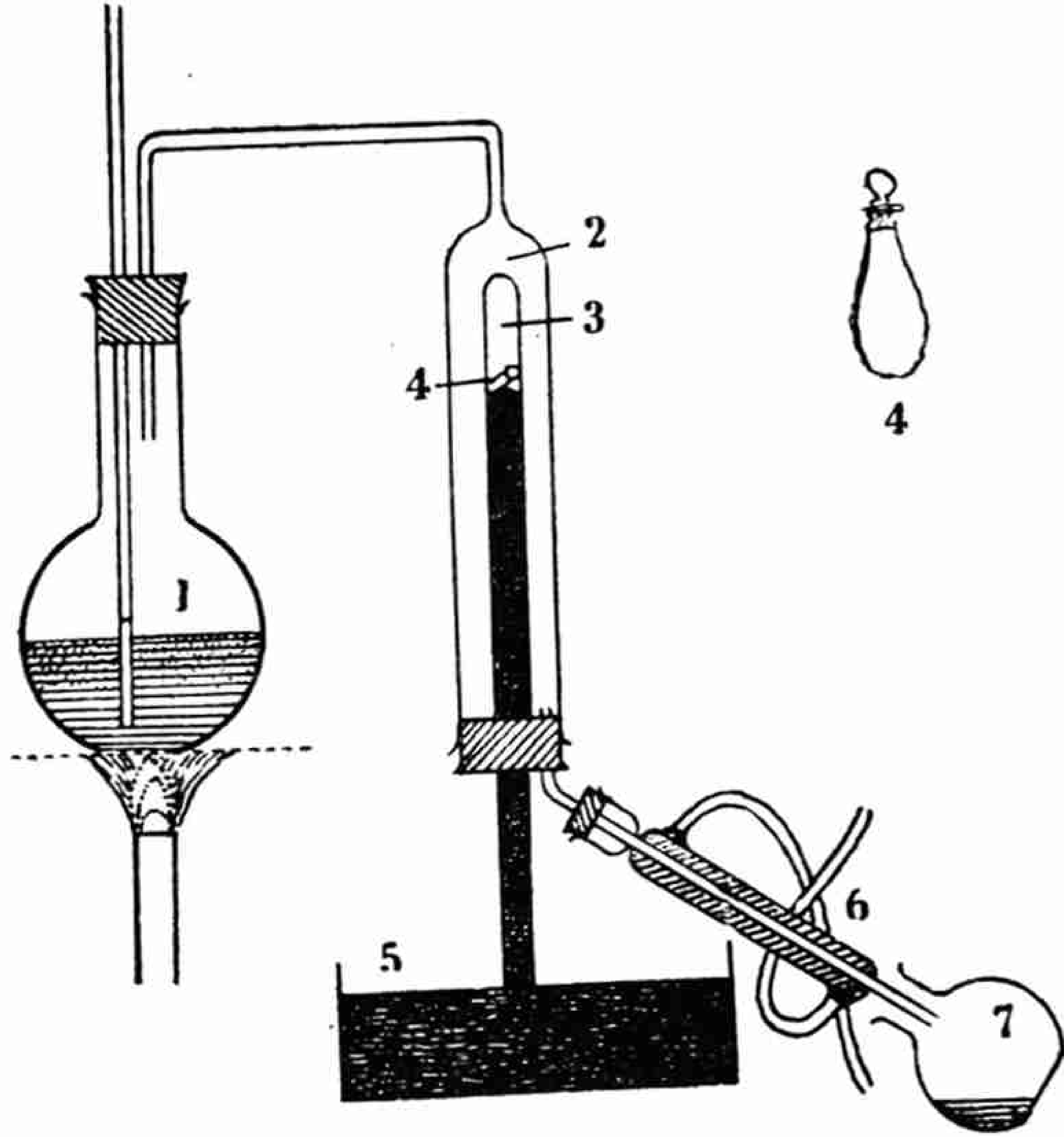
బాష్పభారము = బాష్పముతోనిండిన గోళపుభారము — గోళపు నిజభారము............(2)

మొదటిసమీకరణమునుండి సాధించిన గోళపు నిజభారమూల్యమును 2 వ సమీకరణములో నుపయోగించగా బాష్పభారము = నిండిన గోళపుభారము — [గాలితోనిండిన గోళపుభారము — దానిలోనున్న గాలిభారము] = బాష్పముతోనిండిన గోళపు భారము — గాలితోనిండిన గోళపుభారము + దానిలోనున్న గాలి భారము............(3)

గాలితోనింపినప్పటికన్న బాష్పముతోనింపినపుడు కనబడిన భారమందలి పెచ్చుకు, గోళములో మునుపున్న గాలి భారమును ఎందుకు చేర్చవలయునో 3 వ సమీకరణము తెలియజేయుచున్నది.

మిగిలినప్రక్రియ రన్యోపద్ధతియందువలె చూచుకొన వలయును.

హాఫ్‌మన్‌పద్ధతి : ఈ పరికరమునందు లోపల భారమితి నాళమును, దానినిచుట్టి మరియొక ఆవరణనాళమును



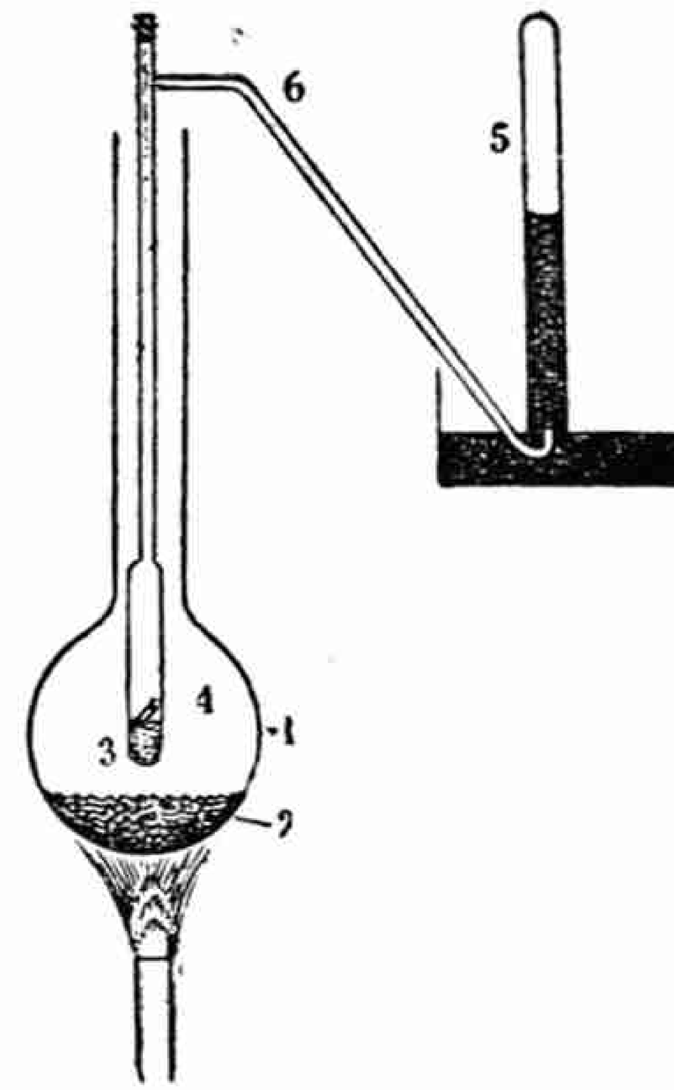

హాఫ్‌మన్ బాష్పసాంద్రతానిర్ణయపరికరము.
1. బాహ్యద్రవబాష్పజనకము, 2. కవచనాళము,
3. హాఫ్‌మన్ భారమితినాళము, 4. హాఫ్‌మన్ సీసా,
5. పాదరసపుద్రోణి, 6. సంఘనకము, 7. బాహ్యద్రవము.

కలవు. ప్రత్యేకపాత్రయందు నిర్దిష్ట తాపక్రమమువద్ద మరుగుచున్న ద్రవముయొక్క బాష్పము ఆవరణ నాళమును పైనుండి ప్రవేశించి భారమితినాళమునకు కవచముగా నాచరించి క్రిందనుండి పైకి వెడలి, దీనితో కలిపియున్న సంఘనకముద్వారా తిరిగి ద్రవస్థితి నొందింపబడును. భారమితినాళములో బాష్పీకరించబడు ద్రవముకన్న బాష్పకవచముగా నాచరించు ద్రవము 30° C ఎక్కువ క్వథనాంకములో మరుగుచుండును. పరికరము వలసినంత వేడెక్కిన తరువాత పరీక్ష్యద్రవము పిప్పలి గింజంత ఉరవుగల సీసా*లో తూచి ద్రోణియందున్న పాదరసముగుండా దూర్చిన యెడల అది భారమితి ఊర్ధ్వ భాగమందున్న టారిసెల్లీశూన్యములోనికి తేలును. చిన్న సీసాలో నున్న ద్రవము పరిసరతాపక్రమాతిశయమువలన హఠాత్తుగా బాష్పమై బిరడాను త్రోసివేసి శూన్యమును ఆక్రమించును. అట్లాక్రమించుటలో బాష్పము భారమితి లోని పాదరసమును కొంతవరకు క్రిందికి నెట్టును. ప్రయోగారంభములోనున్న పాదరసపు మట్టమునకు, ప్రయోగాంతమున నిలచిన పాదరసపుమట్టమునకు గల వ్యత్యాసమును కొలచి కనుగొనవచ్చును. ఈ వ్యత్యాసమే నాళమును ఆక్రమించిన బాష్పముయొక్క ప్రేషమును సెంటిమీటర్లలో తెలియజేయును. భారమితి నాళపు పై భాగమున ఘనసెంటిమీటర్ల గుర్తులున్నవి. కాబట్టి బాష్పాయతనమును నిర్ణయించవచ్చును. కవచములో వ్యాపించిన బాహ్యద్రవబాష్పము యొక్కతాపక్రమము అనగా బాహ్యద్రవముయొక్క మరుగు తాపక్రమము తెలిసినచో లోపలినాళములోని బాష్పముయొక్క తాపక్రమము తెలిసినదే యగును.

* దీనికి హాఫ్‌మన్ సీసా అని పేరు.

ఇట్లు బాష్పభారము, ఆయతనము, ప్రేషము, తాపక్రమము తెలిసినవి కనుక ప్రమాణతాపక్రమ ప్రేషములకు బాష్పాయతనమును మార్చి బాష్పసాంద్రతను గణించవచ్చును.

విక్టర్ మైయర్ విధానము : ఈ పరికరము యొక్క ముఖ్యభాగములు ఒకదానిలో నొకటి ఇమిడియున్న రెండు నాళములు, లోపలినాళపుక్రిందభాగము విస్తరింపబడిన వ్యాసము గలది. వెలుపలి నాళమునకు కూడ క్రింద భాగమున గోళరూపవిస్తృతి కలదు. లోపలి నాళమునకు, పై కొనకు కొంచెము దిగువను ప్రక్కనాళ మొకటి అతికియున్నది. వెలుపలినాళములో లోపలిదానిని వేడిచేయుటకు వలయు ద్రవమును ఉంచుదురు. లోపలి నాళముఖమును బిరడాతో బంధించి, ప్రక్కనాళమునకు రబ్బరు గొట్టముతో తగిలించిన యొక మోచకనాళపు కొనను పటములో చూపినట్లు తొట్టెలోనున్న నీటిలో ముంచియుంచవలెను. పరికరమును బున్‌సెన్ బర్నరుతో క్రమముగా వేడిచేసిన యెడల లోపలినాళములోనున్న గాలి




విక్టర్ మైయర్ బాష్పసాంద్రతా నిర్ణయపరికరము
1. బాహ్యగోళనాళము
2. తాపనద్రవము
3. పాదరసము
4. లోపలిబాష్పీకరణనాళము
5. వాయుసంగ్రహనాళము
6. మోచకనాళము

వేడెక్కి వ్యాకోచించి మోచకనాళముగుండా నీటిపైకి బుడగలుగా లేచిపోవును. బుడగలు ఆగిపోయిన తరువాత తొట్టెలో నీటిలోనున్న మోచకనాళపుకొనపై నీటితో నింపినవాయుసంగ్రహణనాళము నొకదానిని బోర్లించ వలయును. ఇప్పుడు, లోపలినాళపుబిరడా నొకమారు తీసి, ఇదివరకే తూచియుంచిన పరీక్ష్యద్రవ్యముగల చిన్న హాఫ్‌మన్‌సీసాను లోపలికి పడవేసి వెంటనే బిరడాను బిగించవలయును.

హాఫ్‌మన్‌సీసాలో ద్రవము నాళపువేడికి బాష్పమై పైకుబికి దాని ఆయతనమునకు సమానమగు గాలిని మోచకనాళముద్వారా వాయుసంగ్రహణనాళములోనికి నెట్టును. ఆ గాలి ఆయతనమును దిద్ది, నిరార్ద్రవాతావరణప్రేషములో కొలువ వలయును. ఈ కొలచిన ఆయతనము ద్రవబాష్పమునదే యగును. దానిభారము హాఫ్‌మన్ సీసాలో తీసికొన్న ద్రవముయొక్క భారము. గాలి ఆయతనమును ప్రమాణప్రేషతాపక్రమములకు పరిష్కరించి సాంద్రతను అనగా లీటరు బాష్పముయొక్క బరువును గణించవచ్చును.

ఉదా : 0·1266 గ్రాము కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ పరికరములో బాష్పముగ మారి 38·4 ఘ. సెం. మీ. గాలిని సంగ్రాహకనాళము లోనికి పంపినది. ఆ గాలియొక్క తాపక్రమము యును, దానిని బంధించిన నీటితాపక్రమముయును ఒకటే యగును. అది 14°C; వాతావరణప్రేషము 764 మి. మీ. సంతృప్తజలబాష్పప్రేషము 14°C వద్ద 11·99 మి. మీ. కనుక పొడిగాలి ప్రేషము 764 — 12 = 752 మి.మీ. అగును. ప్రమాణ పరిస్థితులలో గాలి ఆయతనము.

$$= 38{\cdot}4 \times \frac{273}{287} \times \frac{752}{760} = 36{\cdot}2 \text{ ఘ. సెం. మీ.}$$

ఈ 36·2 ఘ.సెం.మీ. పైనిచెప్పినట్లు ద్రవబాష్పపుఆయతనము.

$$\therefore \text{బాష్పసాంద్రత} = \frac{\text{బాష్పభారము}}{\text{బాష్పఆయతనము}}$$

$$= \frac{0{\cdot}1266 \times 1000}{36{\cdot}2} = 3{\cdot}49 \text{ గ్రాము లీటరు.}$$

కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్ అణుభారము = 22·4 × 3·49 = 78·2
అణుసాంకేతికము ($CS_2$) నుండి లెక్కకట్టిన అణుభారము = 76 అగును.

ప్రయోగఫలము యథార్థఫలముకన్న నూటికిరెండు పాళ్లుమాత్రమే పెచ్చుగా నున్నది.

బాష్పశీలములుగాని యౌగికముల విషయములో అణుభారమును నిర్ణయించుటకు బాష్పసాంద్రతా పద్ధతులు వర్తించవు. అట్టిద్రవ్యమును నీటిలో కరుగునపుడు ఆ ద్రావణముల క్వథనతాపక్రమమును, లేదా ఘనీభవన తాపక్రమమును ప్రయోగముచే నిర్ణయించి ద్రావణములో లీనమైయున్న ద్రావముయొక్క అణుభారమును లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ లెక్కకట్టుటకు ఆవశ్యకమగు సూత్రములను విలీనద్రావణసిద్ధాంతములను చర్చించిన ప్రకరణములో విశదముగా వివరింపబడినవి (చూ. ద్రావణములు - II) ఆ సూత్రముల వినియోగమున కావశ్యకమగు ప్రయోగ విధానములను ఇచ్చట విస్తరింతము.

ద్రావణముయొక్క క్వథనతాపక్రమము శుద్ధద్రావము యొక్క క్వథనతాపక్రమముకన్న ఎక్కువగానుండును.

ఈ క్వథనాంకోన్నతికిని, ద్రావ్యముయొక్క అణుభారమునకును గల సంబంధమును ద్రావణములు-II నందు ప్రస్తావించడమైనది.

$$M = \frac{g \times 1000 \times K}{L \times \triangle E}$$

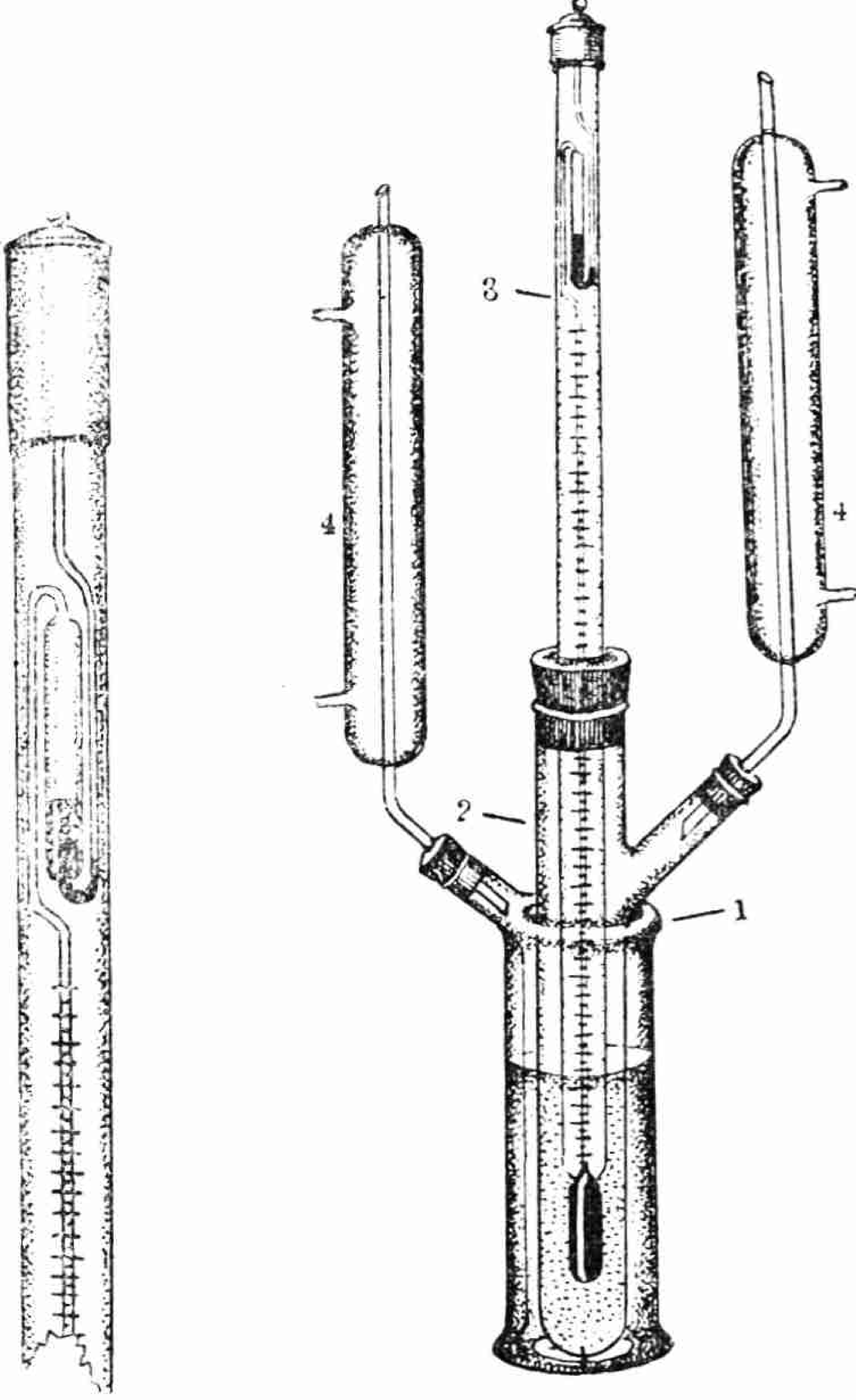
ఇచ్చట M = ద్రావ్యముయొక్క అణుభారము ; g = గ్రాములలో ద్రావ్యభారము ; K = 1000 గ్రాముల ద్రావణములో ఒక అణుభారము ద్రావ్యము కలుగజేయు క్వథనాంకోన్నతి ; L = గ్రాములలో ద్రావ్యభారము ; $\triangle E$ = క్వథనాంకోన్నతి ; క్వథనాంకోన్నతిని నిర్ణయించుటకు బెక్‌మాన్ పరికరము చాల ఉపయోగ్యమైనది.

బెక్‌మాన్ విధానము : ఈ విధానములో నియతభారము శుద్ధద్రావ్యమును క్వథననాళము (2)లో ఉంచవలెను. ఈ నాళపుముఖమును బిరడాతో మూసి, ఆ బిరడాలోనున్న కన్నముద్వారా 0·01° C. పరిమితివరకు తాపక్రమ వ్యత్యాసముల తెలియజేయగల సూక్ష్మతాపక్రమమాపకము (3)ను నాళమందున్న ద్రావములో దానిక్రింద చివర మునుగునట్లు ఉంచవలెను. ఈక్వథననాళమును రెండు గోడలు గల, అంగుళీయాకారముగల కవచనాళము (1) మధ్యమున ఉంచవలయును. క్వథననాళముపైకొనను, ప్రక్కన అతికియున్న గొట్టముద్వారా ప్రతినివర్తకసంఘనకము (రిఫ్లెక్స్ కండెన్సర్) నొక దానిని బిగించవలయును, ఇట్లే కవచనాళమునుకూడ మూయవలెను. చుట్టునున్న అంగుళీయకవలయపాత్రలోకూడ లోపల నాళములో నుంచిన ద్రావద్రవ్యమునే ఉంచవలయును. ఈ పరికర సమూహమును సాక్షాత్తుగా మంటతగలకుండ లోపలి నాళములోని ద్రావము మరగి తాపక్రమమాపకము స్థిరతాపక్రమమును చూపువరకు జాగ్రత్తగా వేడిచేయవలెను. ఈ స్థిరతాపక్రమము శుద్ధద్రావము యొక్క క్వథనాంక మగును.

తరువాత తూచినద్రావ్యమును క్వథననాళములో నున్న ద్రావములో కరగించి మరల మునుపటియట్లు క్వథనాంకమును గుర్తించవలెను. ఇట్లు వేర్వేరుభారముల

ద్రావ్యమును కరగించి వివిధసాంద్రతలుగల ద్రావణముల యొక్క క్వథనాంకములను తెలిసికొనవచ్చును.

ఇట్లొక ప్రయోగములో 0·5317 గ్రాము ద్రావ్యము 54·6 గ్రాముల బెన్జీన్‌లో విలీనము చేసినప్పుడు, ద్రావ




బెక్ మాన్ తాపక్రమ మాపకము.

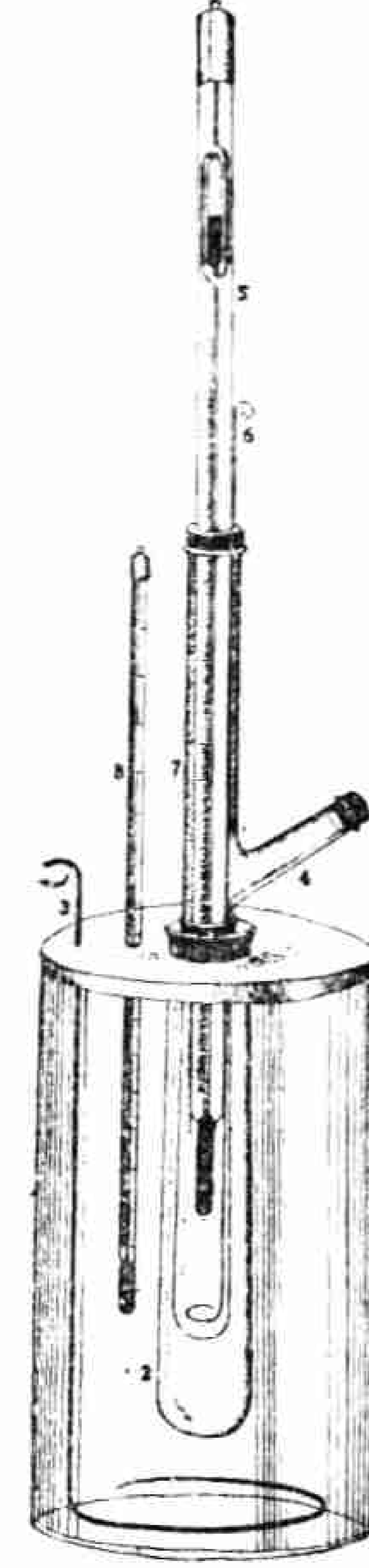
క్వథనాంకోన్నతి నిర్ణయమునకు బెక్ మాన్ పరికరము.
1. అంగుళీయకవలయపాత్ర 2. క్వథననాళము 3. నిశితతాపక్రమమాపకము 4. సంఘనకము

మగు బెన్జీన్ యొక్క క్వథనాంకము 80·36° C నుండి 80·54°Cకు హెచ్చినది. ($\Delta$ E = 0·18) బెన్జీన్ యొక్క అణుక్వథనాంకోన్నతి K = 2·67°C

$$M = \frac{g \times 1000 \times K}{L \times \Delta E} = \frac{0{\cdot}5317 \times 1000 \times 2{\cdot}67}{54{\cdot}6 \times 0{\cdot}18} = 144$$

∴ ద్రావ్యము యొక్క అణుభారము = 144

ఘనీభవనాంక నిర్ణయ విధానము : బెక్ మాన్ విధానమునందు తూచిన శుద్ధద్రావ్యమును క్వథననాళము (7) లో నుంచి, కలియబెట్టుటకు వీలయిన పొడవాటికాడలో దూర్చిన ప్లాటినమ్‌వలయము (6)ను, సూక్ష్మతాపక్రమమాపకము (5) ను అందుంచవలయును. క్వథననాళములోనున్న ద్రావము ఘనీభవించుటకు అనుగుణమగు శీతలపరిసరమును చేకూర్చు శీతకరమిశ్రముగల వెడల్పుపాత్ర (1)లో క్వథననాళముకన్న కొంచెము వెడల్పయిన నాళము (2) లో క్వథననాళమును ఉంచవలయును. శీతకరమిశ్రమునకు సాక్షాత్తుగా క్వథననాళముతో సంపర్కము లేకుండ చేయుటయే ఈ బహిర్నాళము (2) యొక్క ప్రయోజనము. క్వథననాళములోనున్న ద్రావ్యము యొక్క ఘనీభవన తాపక్రమముకన్న శీతకరమిశ్ర తాపక్రమము 5°C మాత్రమే తగ్గియుండవలెను. క్వథననాళములో నీటిని ద్రావముగా ఉపయోగించినపుడు ఉప్పుచేర్చిన మంచుమిశ్రమమును శీతకరద్రవ్యముగా ఉపయోగించవచ్చును. ద్రావము బెన్జీన్ అయినప్పుడు శీతకరముగా మంచు ఉపయోగించవచ్చును.



హిమాంకావనతి నిర్ణయమునకు బెక్ మాన్ పరికరము.

1. పైపాత్ర
2. కవచనాళము
3. కలుపు వలయము
4. ప్రక్కనాళము
5. తాపక్రమమాపకము
6. కలుపుకాడ
7. ప్రయోగనాళము
8. పైశీతలములోనున్న తాపక్రమము

క్వథననాళములోనున్న ద్రావమును కలుపుచు తాపక్రమమును గుర్తించవలయును. ద్రావము ఘనీభవించు చిహ్నాల చూపునపుడు, అనగా ఘనద్రవ్యము ద్రావము నుండి స్ఫటికములుగా విడుచున్న సమయమున గుర్తించిన తాపక్రమము ద్రావము యొక్క ఘనీభవన తాపక్రమమగును. ఈ తాపక్రమము ద్రావమంతయు ఘనీభవించుదాక స్థిరముగా నుండును. తరువాత క్వథననాళమును పైకితీసి, మూత తీసి, గడ్డకట్టిన ద్రావమును చేతితో కరగించి, తుడిచి అందు ఇదివరకే తూచియుంచిన ద్రావ్యమును కలిపి కరగించవలయును. తరువాత నాళమును యథాస్థానమున నుంచి, తాపక్రమమాపకమును కదుపు సాధనమును ఎప్పటియట్లమర్చి, ఈసారి మరల ద్రావణమును కదుపుచు తాపక్రమమును గుర్తించుచుండ వలయును. ఏ తాపక్రమమువద్ద ద్రావణమునుండి ఘనీభూత ద్రావము యొక్క శకలములు వేరగుటకు ప్రారంభించునో ఆ తాపక్రమమును ద్రావణము యొక్క ఘనీభవనతాపక్రమముగా గ్రహించవలయును. ఈ రెండు ఘనీభవన తాపక్రమముల వ్యత్యాసము ద్రావణము యొక్క ఘనీభవ

నాంకా (హిమాంకా) వనతి ($\triangle F$)ని తెలియజేయును.

$$M = \frac{K \times g \times 1000}{L \times \triangle F}$$

అను సమీకరణము (చూ. ద్రావణము - II) హిమాంకము యొక్క తగ్గుదలకు, ద్రావ్యాణుభారమునకుగల సంబంధమును తెలియజేయును. ఇచ్చట K ద్రావము యొక్క అణుహిమాంకావనతి; $\triangle F$ ప్రస్తుత ద్రావణము యొక్క హిమాంకావనతి. తక్కిన గురుతులు క్వథనాంకోన్నతి సమీకరణమునందువలె చూచుకొనవలయును.

1·514 గ్రాముల పంచదారను 5·28 గ్రాముల నీటిలో కలపగా వచ్చిన ద్రావణము '$-1·56^\circ$ C' వద్ద ఘనీభవించు చిహ్నాలను చూపినది. శుద్ధజలము యొక్క హిమాంకము $0^\circ$C అగును. $\triangle F = 1·56$ జలము యొక్క అణుహిమాంకావనతి $186^\circ$C అగును.

$$\therefore M = \frac{1·86 \times 1·514 \times 1000}{5·28 \times 1·56} = 341·7$$

పంచదార యొక్క అణుభారము 341·7 గ్రా. మే.వ.న.

**అణుభావము-అణుభారభావము :** డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంత ప్రకారము రాసాయనిక సంయోగము నందుపాల్గొను అంతిమద్రవ్యభాగము పరమాణువైనట్లు, అవాగాడ్రో కల్పన ప్రకారము ద్రవ్యము యొక్క భౌతిక స్థితికి మూలమగు అంతిమద్రవ్యకణము అణువు. అణువు పరమాణువుల మిక్కిలి బలిష్ఠమైన సంఘాతము. మూల ద్రవ్యమునుగాని, యౌగికమునుగాని ప్రబల యాంత్రికచ్ఛేదన వ్యాపారమునకు గురిచేసినపుడు అల్పతమకణముగా నిలచునది అణువుకాని పరమాణువుకాదు. పైనిపేర్కొనిన యాంత్రికసాధనముల ద్రవ్యచ్ఛేదనశక్తికన్న ద్రావణ వ్యాపారము హెచ్చు ద్రవ్యచ్ఛేదనశక్తిని కనపరచును. పలన పంచదారవంటి ద్రవ్యమును నీటిలో కరగించినపుడు నీటిలోనున్న ద్రావణశక్తి పంచదారను అణువులుగా విడగొట్టును. ద్రావణశక్తివంటి సునిశితశక్తికూడ ద్రవ్యమును పరమాణుదశకు ఛేదింపజాలదు. పరమాణు కూటములగు అణువులను పరమాణువులుగ విభజించి వాటి సంయోగము సంభవించునట్లు చేయగలది ఒక్క రాసాయనికశక్తియే.

అణుభారభావమును ఉపపాదించి, దానిని గేలుసాక్ యొక్క వాయువుల ఆయతన సంయోగనియమమునకు అన్వయింపజేసినది అవాగాడ్రో. అవాగాడ్రో కల్పనను అంగీకరించినచో సమాయతనము గల వివిధవాయువుల భారములు వాటి వేరువేరు అణువుల భారముల యొక్క నిష్పత్తిలో ఉండును. వాయువుల విషయములో ప్రమాణ తాపక్రమ, ప్రేషపరిస్థితులందు ఒకలీటరు ఆయతనము యొక్క భారము ప్రమాణముగా అంగీకరించబడినది. ఈ లీటరు భారమునకు 'ప్రమాణ సాంద్రత' అని పేరు. హైడ్రోజన్ సాంద్రతకన్న వాయుసాంద్రతఎన్నిరెట్లెక్కువో తెలియజేయుసంఖ్యకు తారతమ్యసాంద్రత, లేదా సాపేక్ష సాంద్రత అని పేరు అనగా ప్రమాణపరిస్థితులలో :

$$\text{సాపేక్ష సాంద్రత} = \frac{\text{వాయు సాంద్రత}}{\text{హైడ్రోజన్ సాంద్రత}}$$

$$\text{సాపేక్ష సాంద్రత} = \frac{\text{లీటర్ వాయువు యొక్క భారము}}{\text{లీటర్ హైడ్రోజన్ యొక్క భారము}}$$

అవాగాడ్రో సూత్రమునుబట్టి సమానాయతనములోనున్న వాయువుల యొక్క అణుసంఖ్య సమానముగా నుండును గనుక:

$$\text{వాయుసాపేక్షసాంద్రత} = \frac{\text{వాయువు అణుభారము}}{\text{హైడ్రోజన్ అణుభారము}}.$$

వాస్తవికముగా నొక అణువుభారము స్వల్పాతిస్వల్పము ; దానిని తూచి కనుగొనలేము. ఒక హైడ్రోజన్ అణువుభారము 2 గ్రాము లనుకొని దానికి అణుభార మని పేరు పెట్టినయెడల ఒకవాయు అణుభారము దాని అణుభార మగును కనుక :

$$\text{వాయుసాపేక్షసాంద్రత} = \frac{\text{వాయు అణుభారము}}{2}$$

$\therefore$ వాయు అణుభారము $= 2 \times$ వాయు సాపేక్షసాంద్రత

అణుభారములను గ్రాములలో తెలియజేసి హైడ్రోజన్ అణుభారము రెండుగ్రాములని యనుకొని దానిని హైడ్రోజన్ సాంద్రతతో భాగించినయెడల $\frac{2}{0·0898} = 22·4$ లీటర్లు దాని గ్రామణ్వాయతనమని తేలును.

ప్రమాణపరిస్థితులలో 22·4 లీటర్ల హైడ్రోజన్ఆయతనములో ఎన్ని హైడ్రోజన్ అణువులుండునో, 22·4 లీటర్ల ప్రతివాయువు యొక్క ఆయతనములోకూడ, అవాగాడ్రో కల్పనప్రకారము అన్నే అణువులు ఉండవలయును. గనుక 22·4 లీటర్ల హైడ్రోజన్ భారము దాని అణుభారమైనపుడు, 22·4 లీటర్ల వాయువు యొక్క భారము దాని అణుభారము కావలయును. ఈ 22·4 లీటర్ల ఆయతనమునకు 'అణుఆయతనము' అనిపేరు. పైసమీకరణము గ్రాము అణుభారమును నిర్ణయించుటకు మరియొక మార్గమును సూచించుచున్నది. దీనిప్రకారము ప్రమాణస్థితిలో ఒక లీటరు ఆయతనముగల వాయువు యొక్క భారమును (వాయువు యొక్క ప్రమాణసాంద్రతను) 22·4చే గుణించినచో ఆ వాయువు యొక్క గ్రామణుభారము లభించును.

హైడ్రోజన్ అణుభారము రెండుగ్రాములని ఎందుకు గ్రహించబడినదో ఇకమీద విశదమగును.

అణువు పరమాణువులకూర్పు అయినపుడు అణుభారము పరమాణుభారముల మొత్తము కావలయును. ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభారము నిర్ణయించవలెనన్న, వాయుస్థితిలో దాని యౌగికముల అణుభారములను ఆవాగాడ్రోసూత్రమునుబట్టి ముందుగా నిర్ణయించవలెను. ఈ యౌగికముల అణుభారములను నిర్ణయించిన తరువాత రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించి, ప్రతి అణుభారమందును ఆమూలద్రవ్యముయొక్క రాశిని నిర్ణయించవలయును. ఆయాప్రత్యేకాణుభారములలో నున్న మూలద్రవ్య భారములలో అల్పతమభారము మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభార మగును. ఏలన ఒక యౌగికఅణువులో కనీసము ఒకటియైన మూలద్రవ్య పరమాణువు ఉండవలయును. కాని యౌగికాణువులో నొకటి కంటె ఎక్కువపరమాణువు లుండవచ్చును.

ఉదాహరణమునకు ఆరు కార్బన్ యౌగికముల అణుభారములు వాటిలోనున్న కార్బన్ భారములతో క్రింది పట్టికలో నీయబడినవి:

| సంఖ్య | యౌగికము | అణు భారము | కార్బన్ భారము |
|---|---|---|---|
| 1. | కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ($CO$) | 28 | 12 |
| 2. | కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ($CO_2$) | 44 | 12 |
| 3. | కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ($CS_2$) | 76 | 12 |
| 4. | ఆసిటిలీన్ ($C_2H_2$) | 26 | 24 |
| 5. | బెన్జీన్ ($C_6H_6$) | 78 | 72 |
| 6. | ప్రొపేన్ ($C_3H_8$) | 44 | 36 |

ఈ పట్టికలో 12 కనిష్ఠసంఖ్యగా కన్పట్టుచున్నది. కనుక దానినే కార్బన్ యొక్క పరమాణుభారముగా తీసికొనవలయును.

అణుభారమునుగాని, పరమాణుభారమును గాని సాధించినవిధానమును పరిశీలించినచో ఈ రెండును నిష్పత్తులను తెలియజేయు అంకెలేగాని నిజముగా గ్రాములలో తెలియబరుచుటకు వీలైన భారములు కావు. అనగా ఏతులామానము (తులములు ; లేదా పౌనులు)లో కొలిచినప్పటికి వాటి భారనిష్పత్తి సంఖ్యలు మారవని అర్థము.

ఒక మూలద్రవ్యము యొక్క పరమాణుభారమును తెలియచేయుసంఖ్య ఆ మూలద్రవ్యపరమాణువు, హైడ్రోజన్ పరమాణువుకన్న ఎన్నిరెట్లు బరువో తెలియజేయును. కాని గ్రాముఅణుభారము, గ్రాముపరమాణుభారము అను మరి రెండుపదములు రాసాయనిక శాస్త్రానుశీలనలో వాడుకలో ఉన్నవి. ఒకద్రవ్యముయొక్క అణుభారమును గాని, దాని పరమాణుభారమునుగాని తెలిపెడి సంఖ్యలను గ్రాములలో తెలుపుట పరిపాటియైనది. 18 గ్రాముల నీరు, 44 గ్రాముల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, 36.5 గ్రాముల హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ఆయాయౌగికముల గ్రాముఅణుభారములు ; అట్లే ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్, 16 గ్రాముల ఆక్సిజన్, 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్ ఆయామూలద్రవ్యముల గ్రాము పరమాణుభారములు. ప్రతి యౌగికముయొక్క అణుభారమందును ఒకే సంఖ్య $6.02 \times 10^{23}$ అణువులుండును. ఏలయన గ్రాము అణుభారము 22.4 ప్రమాణ లీటర్ల ఆయతనములో నున్న ద్రవ్యరాశి.

అనగా హైడ్రోజన్ అణువు ఆయతనములో లేదా అణుభారములో $6 \times 10^{23}$ అణువులున్నవని తెలిసినది. ఆవాగాడ్రో కల్పనప్రకారము ప్రతి హైడ్రోజన్ అణువునందును రెండు పరమాణువులు ఉండుటచేత ఒకగ్రాముఅణుభారములో ఎన్ని అణువులుండునో ఒక గ్రాముపరమాణుభారములో అన్ని పరమాణువు లుండును. ఒకగ్రాము పరమాణుభారము హైడ్రోజన్ మరియొక మూలద్రవ్యము యొక్క గ్రాము పరమాణుభారము రాసాయనికముగా సంయోగించునప్పుడు రాసాయనిక సంయోగము పరమాణువులకూడిక గనుక, హైడ్రోజన్ గ్రాముపరమాణుభారములో ఎన్ని పరమాణువులున్నవో తక్కిన మూలద్రవ్యముయొక్క గ్రాము పరమాణుభారములో కూడ అన్ని పరమాణువులు ఉండవలయును. ఇట్లే మిగిలిన మూలద్రవ్యముల గ్రాముపరమాణు భారములందుకూడ హైడ్రోజన్ గ్రాముపరమాణుభారమునందున్న పరమాణు సంఖ్యయే యుండును.

రాసాయనికసాంకేతికము : రాసాయనికుడు N, O, S. లేదా HCl, $SO_2$, $CO_2$ అను సాంకేతికములచే ఆయా మూలద్రవ్యములను కాని, వాటి యౌగికములను గాని తెలియజేసినపుడు, ఆసాంకేతికములు ఆయాద్రవ్యములను సూచించుటయేగాక ఆద్రవ్యవిశిష్టరాశులను కూడ తెలియజేయును. ఉదాహరణమునకు O అను గుర్తు ఆక్సిజన్ నేగాక దాని గ్రాముపరమాణుభారము 16 అని కూడ తెలియజేయును. ఇట్లే HCl అను గుర్తు హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ నేగాక దాని గ్రాముఅణుభారము 36.5 అని కూడ తెలియజేయును. ఈ విధానము ముఖ్యముగా రాసాయనికసమీకరణములను వ్రాయుటయందు సార్థకము. ఉదాహరణమునకు : $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ అను సమీకరణము కార్బన్ ఆక్సిజన్ తో కలిసి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడు

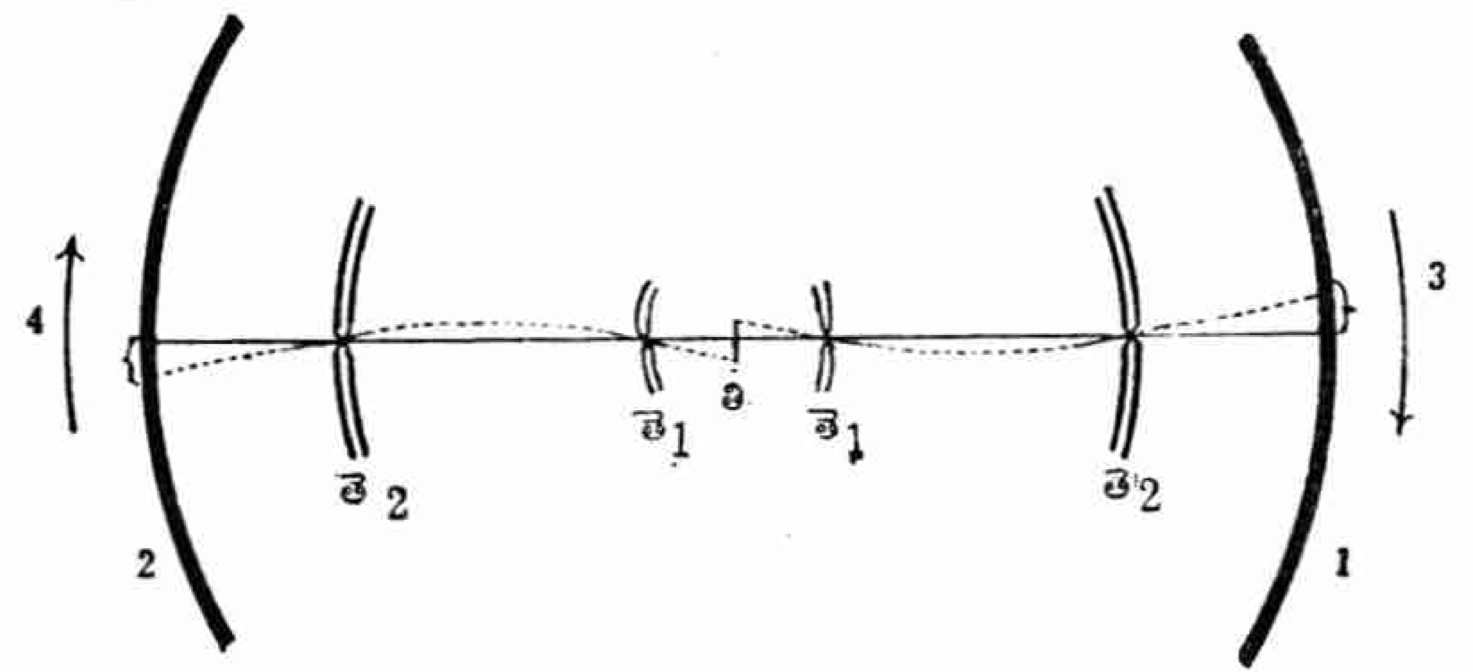
ననియేకాక ఒకగ్రాముపరమాణుభారము (12 గ్రాములు) కార్బన్ ఒక గ్రాము అణుభారము (32 గ్రాములు) ఆక్సిజన్‌తోకలిసి ఒక గ్రాముఅణుభారము (44 గ్రాములు) కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ సిద్ధించునని సూచించును. మే. వ. న.

**అణుభావము-నవీనభౌతికశాస్త్రము:** రాసాయనిక శాస్త్రప్రయోజనమునకై కల్పించబడిన అణుభావము అణుభారభావముద్వారా పరమాణుభారనిర్ణయమునకు ఎట్లు సహాయపడినదో చూపియుంటిమి (చూ. అణుభావము - అణుభార భావము). అణుభావము అవాగాడ్రో కల్పనకుముందు 150 సంవత్సరములనుండి భౌతికశాస్త్రమందములలో నుండెను. 17 వ శతాబ్దమునకు చెందిన గాసెండీ, డేనియల్ బెర్నౌలీ మొదలగు భౌతికశాస్త్రవేత్తలు వాయువులయొక్క ధర్మములను వివరించుటకై అణుభావమును కల్పించిరి. ఈ వాయువుల అణుస్థితిసిద్ధాతము, 19 వ శతాబ్దమందు క్లాసియస్, బోల్ట్స్‌మాన్ అను జర్మను విజ్ఞానులచేతను, మాక్స్‌వెల్ అను ఇంగ్లీషు విజ్ఞానిచేతను, తాపశాస్త్రముతో సమన్వయింపబడి నేటి చలదణుసిద్ధాంతముగా పరిణమించినది (చూ. అణుచలన సిద్ధాంతము పు. 125).

పరమాణురచనానుశీలన పరమాణుభావముయొక్క వాస్తవికత నెట్లు స్పష్టపరిచినదో, అట్లే మూడుస్థితుల లోను ద్రవ్యధర్మముల భౌతికపరీక్ష అణుభావముయొక్క వాస్తవికతను ప్రదర్శించినది. ప్రత్యేక పరమాణుచర్యలను స్పింతరిస్కోపు చూపునట్లు ప్రత్యేకఅణువుల ప్రవర్తనలను బ్రౌన్యన్ చలనము ప్రదర్శించుచున్నది (చూ. కొల్లాయిడ్‌లు). ఇంతేకాక చలదణు సిద్ధాంతమునందు ప్రధాన కల్పనయొకటి కలదు. అదియేదన: ఏదేని వాయురాశిలో నున్న అణువు లన్నియు ఏ అణువుకాఅణువు ప్రత్యేక వేగమును కలిగి ఉండవు. అనగా అణువులున్నన్ని ప్రత్యేక వేగములు లేవు.

వాయురాశిలోనున్న అణువు లన్నియు వర్గములుగా ఏర్పడి ఒక్కొక్కవర్గము ఒక్కొక్కవేగమును కలిగి ఉండును. దీనికి వేగవిభజననియమ మని పేరు. ఇది మొదట మాక్స్‌వెల్‌చే సూచించబడి తరువాత బోల్ట్స్‌మాన్‌చే విస్తరింపబడినది. ప్రయోగ పూర్వకముగా అణువులలో ఇట్టి వర్గవేగములున్నట్లు రుజువైనచో మాక్స్‌వెల్ కల్పనయేకాక, అణువుల వాస్తవికతకూడ రూఢమగును.

ఇట్టి ప్రయోగమును స్టెర్న్, గెర్‌లాక్ అను ఇద్దరు జర్మను భౌతికవిజ్ఞానులు గావించిరి. వారుచేసిన తుపాకికి ఎదురుగా భూమికి సమానాంతరముగా నొకపలక కొంత వేగముతో ఎడమనుండి కుడివైపునకు చలించుచున్న దను కొందము. పలక కుడి అంచుకు గురిచేసి, తుపాకినుండి గుండు వదలినప్పుడు పలక చలింపనిచో గుండు సూటిగా అంచునకు తగులును. గుండు వదలిన సమయముననే పలక కదలుటకు మొదలిడినచో ఆ గుండు పలకకుడి అంచుకు కొంచము లోపలగా తగులును. ఏలన గుండు తుపాకి నాళద్వారమునుండి లక్ష్యమును చేరుటకు కొంత కాలము పట్టును. ఆ కాలములో పలక దాపలకు కొంత దూరము నడచుటచే, గుండు అంచును తప్పి లోపలికి తగులును. గుండుయొక్క వేగ మెక్కువగుకొలది అంచునకు దగ్గరగా గుండు తగిలిన చిహ్న మగపడును. ఇట్లు వివిధ వేగములుకల గుండ్లవర్షమును పలకపై కురిపించినచో, ఒకే వేగముగల గుండ్లన్నియు పలకపై ఒకేచోట తగులును. వారుచేసిన గుండ్లలో ఎన్నితరహాల వేగములుండిన పలకమీద అన్ని దెబ్బ గురుతులుండును. తుపాకి గుండ్లవంతు రజతపరమాణువులను ఒక లక్ష్యఫలకముపై పంపవచ్చును. రజతలిప్తమగు సన్నటిప్లాటినమ్ తీగను గాలి తీసివేసిన పేటికలోనుంచి, విద్యుత్ప్రవాహముచే వేడి




1, 2: వర్తులఫలకములు, తె$_1$, తె$_2$: చీలికలు, తి: వెండిపూతగల ప్లాటినమ్ తీగ.

చేసినచో తీగనుండి రజతపరమాణువులు కొంత వేగముతో అన్ని దిశలకు ప్రసరించును. ఈ పరమాణువుల మార్గములో చిత్రములో చూపినట్లు కుడిఎడమలను సన్నటి చీలికలుగల అడ్డులను జతలుగా నుంచినచో ఆ చీలికలనుండి బయటికి ప్రసరించు రజతపరమాణువులు రెండు వైపులనుంచిన మెరుగుపెట్టిన ఇత్తడి వక్రఫలకములను ఋజుమార్గములో తాకును. ఫలకము స్థిరముగా నున్నప్పుడు తీగనుండి ప్రసృతమగు రజతపరమాణువులు ఫలకముపై ఒకనియత స్థానమున తగులుకొని దానిపైని గుర్తులేర్పడును. తరువాత అతివేగముతో ఇత్తడిఫలకమును సవ్యముగా త్రిప్పినపుడు, రజతపరమాణువులు ఫలకమును చేరుటకు తీసికొనిన కాలములో ఫలకము కొంతదూరము చలించుటచే కుడివైపు మునుపటి చిహ్నమునకు కొంచెము వెనుకను, ఎడమవైపు కొంచము ముందుగను ఒకే వేగముగల రజత

పరమాణువు లన్నియు ఫలకములపై చిహ్నముల ముద్రించును. పరమాణువులవేగము హెచ్చుకొలది పూర్వపు అనగా స్థిరస్థితిలో ఏర్పడిన చిహ్నమునకు, మరింతదగ్గరగా గుర్తులేర్పడును. ఇట్లు రజతపరమాణువులు స్వీకరించగలిగిన వివిధవేగముల కనుగుణముగా ఫలకముపై దగ్గరదగ్గరగానున్న వివిధరేఖలు చిత్రిత మగును. ఫలకముపై ఎన్ని రేఖ లగపడునో అన్ని రకముల వేగములను రజతపరమాణువులు స్వీకరించినవన్నమాట. ఆ రేఖల గాఢతలోనున్న తారతమ్యమునుబట్టి ఆ అణురాశిలో ఏఏభాగము ఏఏ వేగములో చలించుచున్నదో అంచనా వేయవచ్చును. అణువులెన్ని ఉన్నవో వేగభేదములన్ని ఉన్నచో, ఫలకముపై రజతపరమాణువులు కావించుగుర్తులు రేఖారూపమున నుండక ఫలకమంతట అవిరతముగా నంటుకొని వెండిపూతవలె కాన్పించవలెను. అట్లుగాక నియతసంఖ్యగల రేఖాసముదాయమే ఫలకముపై ప్రత్యక్షమగుటచే రజతపరమాణువుల వశములోనున్న వేగములు కూడ నియతసంఖ్య గలవియే అని రుజువైనది. అనగా తీగనుండి బాష్పరూపమున వెలువడిన రజతరాశిలోనున్న అసంఖ్యాకములగు పరమాణువు లన్నియు ఏవోకొద్ది వేగముల స్వీకరించగలవని స్పష్టమైనది, ఏ వాయువునందైన ఒక నియత ఆయతనములోనున్న అణువులసంఖ్య గణనాతీతమైన దని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. వాటి కందుబాటులోనున్న వేగములసంఖ్య సంకుచిత మని ఈ ప్రయోగము రుజువు చేసినది. అందువలన అణువుల వాస్తవికస్థితి ప్రమాణరూఢమైనది. కాని ఒక్క విషయ మిక్కడ చెప్పవలసి ఉన్నది. ప్రయోగమందు రజతపరమాణువులు ఉపయోగింపబడినవికదా! ప్రయోగఫలమునుండి అణువేగస్వభావము ఎట్లూహింపబడినదను సంశయము ఉదయించవచ్చును. కాని ఇచ్చట రజతపరమాణువులే అణువులుగా ఆచరించును. ఏలన రజతమువంటి ధాతువుల అణువులలో సాధారణముగా ఒక్కొక్క పరమాణువే ఉండును.

నియతాయతనముగల ద్రవ్యరాశిలోనున్న అణువులను లెక్కించుటకు ఇటీవల చాలప్రయోగవిధానములు కల్పింపబడినవి. ఆ విధానము లన్నియు ఇంచుమించు ఒకే ఫలితమును చూపుచున్నవి గనుక, అణువులవాస్తవికత మరింత దృఢపడినది. వాటిలో చాల నిశితమైన విధానములు రెండున్నవి.

మొదటి నిశిత విధానము: విశుద్ధమైన సంపూర్ణ కాల్సైట్ స్ఫటికము ($CaCO_3$) ను ఎంచి చూచుకొని దాని అణుభారమును దాని సాంద్రతను గణించుట. బ్రాగ్ విధానమును ఉపయోగించి స్ఫటికముయొక్క జాలరువంటి రచనను యథార్థముగా నిర్ణయించవచ్చును. (చూ. ఎక్స్ [X-] కిరణములు: స్ఫటిక రచన) అట్టి రచననుండి స్ఫటికమందు ఒక ప్రత్యేకఅణువు ఆక్రమించు ఆయతనమును లెక్కించవచ్చును. ప్రత్యేకాణువుయొక్క ఆయతనము v ఘ. సెం. మీ. అనుకొందము. కాల్సైట్ యొక్క అణుభారము $M = 100$ (దాని సాంకేతికము $CaCO_3$ నుండి). దానిని స్ఫటికముయొక్క సాంద్రత (d) చె భాగించిన, కాల్సైట్ అణుభారము ఆక్రమించు ఆయతనము V సిద్ధించును:

$$V = \frac{M}{d}$$

X-కిరణ ప్రయోగము నుండి ప్రత్యేకాణువు యొక్క ఆయతనము v అని తెలిసినది. కనుక, అణుభారము ఆక్రమించు ఆయతనము V లో $\frac{V}{v} = N$ ప్రత్యేకాణువులు ఉండును.

రెండవ నిశిత విధానము: ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమమునుండి లభ్యమయినది. అతని మొదటి నియమ ప్రకారము ఒక తుల్యభారము (ఒకగ్రాము) హైడ్రోజన్‌ను విడుదల చేయుటకు 96,500 కూలామ్‌ల విద్యుద్రాశి కావలయును. ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ అనగా ఒక పరమాణుభారము హైడ్రోజన్. ఈ పరమాణుభారములో $N_0$ ప్రత్యేక హైడ్రోజన్ పరమాణువు లున్నవనుకొందము. 96,500 కూలామ్‌ల విద్యుద్రాశి $N_0$ పరమాణువులను విడుదలచేయును. ఒకప్రత్యేక పరమాణువును విడుదల చేయుటకు $\frac{96{,}500}{N_0} = e$ కూలామ్‌లు కావలయును. ఇప్పుడు ప్రత్యేక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో కూడియున్న విద్యుద్రాశిని ఏ ప్రయోగముచేనైన నిర్ణయించగలిగినచో $N_0$ ను లెక్కకట్టవచ్చును. మిల్లికన్ అను నొక అమెరికా భౌతికశాస్త్రవేత్త ఈరాశి 'e' ని $1{\cdot}591 \times 10^{-19}$ కూలామ్‌లు అని నిశితప్రయోగములచే నిర్ణయించెను.

$$\therefore N_0 = \frac{96{,}500}{1{\cdot}591 \times 10^{-19}} = 6{\cdot}02 \times 10^{23} \text{ అగును.}$$

పైని పేర్కొనిన రెండు విధానములును ఒకే ఫలితమును ఇచ్చినవి. ఈ సంఖ్య ($N_0$) కు అవాగాడ్రోసంఖ్య అనిపేరు. దీనినుండి ప్రత్యేకాణువుయొక్క భారము దానివ్యాసము మొదలగు అణువునకు సంబంధించిన పరిమాణములను సులువుగా లెక్కించవచ్చును. ప్రతిద్రవ్యముయొక్క అణుభారమందును $N_0$ అణువులు ఉన్నవి గనుక, అణుభారమును

$N_0$ చే భాగించినయెడల ప్రత్యేకాణుభారము సిద్ధించును. ఇట్లు హైడ్రోజన్ అణువుయొక్క భారము :

$$భా_H = \frac{2}{6.02 \times 10^{23}} = 3.32 \times 10^{-24} \text{ గ్రాము.}$$

అవాగాడ్రోకల్పన ప్రకారము వివిధద్రవ్యముల అణుభారములు ప్రమాణపరిస్థితులలో 22.4 లీటర్ల ఆయతనమును ఆక్రమించును. ఈ ఆయతనమును అవాగాడ్రో సంఖ్యచే భాగించినచో ప్రత్యేకాణువుయొక్క ఆయతనము లభించును; అణువు గోళాకృతిలో ఉండుననుకొనినచో గోళము యొక్క ఆయతనము $= \frac{4}{3}\pi r^3$ (r = గోళార్ధవ్యాసము) దీనినుండి అణుగోళముయొక్క అర్ధవ్యాసము నీ విధముగ లెక్కించవచ్చును.

అణువులయొక్క ఆయతనము 22.4 లీటర్లు. ఇందులో $N_0$ ప్రత్యేక అణుగోళములు ఉన్నవి. ప్రతిగోళముయొక్క అర్ధవ్యాసము r అనుకొనినచో $22.4 = N_0 \times \frac{4}{3}\pi r^3$ అను సమీకరణము లభించును :

$$r^3 = \frac{22.4 \times 3}{6.02 \times 10^{23} \times 4\pi} = \frac{22.4 \times 3}{6.02 \times 10^{23} \times 4 \times 3.1412}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{22.4 \times 3}{6.02 \times 10^{23} \times 4 \times 3.1412}} = 2.07 \times 10^{-8} \text{ సెం.మీ}$$

మే. వ. న.

**అణురచన:** అణువులు పరమాణువుల కూర్పులు, ఒక అణువునందు ఏయేజాతిపరమాణువులు ఎన్నెన్నియున్నవో తెలియజేయుసాధనమునకు రాసాయనిక సాంకేతికమని పేరు. ఉదాహరణమునకు, నీటిసాంకేతికము $H_2O$. ఈ అణువులో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఉన్నవని తెలియజేయుటయేకాక ప్రతి ఆక్సిజన్ పరమాణువునకును, రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నట్లుకూడ ఈ సాంకేతికము చెప్పుచున్నది. ఇదిగాక $H_2O$ అను చిహ్నాలు పరమాణుభారములను కూడ తెలియజేయును. అందువలన $H_2O$ అను సాంకేతికము 18 గ్రాముల నీటిలో 2 గ్రాముల హైడ్రోజన్ 16 గ్రాముల ఆక్సిజన్ ఉన్నవని సూచించును. యౌగికముల యొక్క శాతసంఘట్టనము నుండి ఇట్టి సాంకేతికములను సాధించవచ్చును. కేవలము హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణుభార నిష్పత్తిమారదు. అందుచేత అణువునందున్న పరమాణువుల మొత్తపు సంఖ్యను నిర్ణయించుటకు అణుభారము అవశ్యకము.

నీటి సాంకేతికము $H_2O$ అయినచో అణుభారము 18 అగును; $(H_2O)_2$ అయినచో అణుభారము 36 అగును; $(H_2O)_3$ అయినచో అణుభారము 54 అగును. ప్రయోగమువలన నిర్ధారితమైన నీటి అణుభారము 18; అందువలన నీటిసాంకేతికము $(H_2O)_1$, లేదా $H_2O$ అని తేలినది. అందువలన శాతసంఘట్టనమువల్ల సిద్ధించు సాంకేతికము పరమాణువుల సంఖ్యల నిష్పత్తినే తెలియజేయును. ఇట్టి సాంకేతికమునకు 'ప్రాయోగికాణు సాంకేతికము' అని పేరు. దీనిని అణుభారముతో సమన్వయించి మనము సంపాదించు సాంకేతికమునకు 'అణు సాంకేతికము' అని పేరు.

తీసికొన్న ఉదాహరణములో ఈ రెండు సాంకేతికములకు భేదమేమియు కనపడలేదుగాని సాధారణముగా కార్బన్ యౌగికములందు ఈ రెండును పరస్పరము భిన్నములుగా నుండును. ఆసిటిక్‌ఆసిడ్‌నందు కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌తక్క ఇతరమయిన మూలద్రవ్యము లెవ్వియు లేవని గుణాత్మక విశ్లేషణమువలన మనకు తెలిసినది.

ఒక నిర్దిష్టభారము ఆసిటిక్ ఆసిడ్ తీసికొని ఆక్సీకరించగా వచ్చిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌యొక్కయు, నీటియొక్కయు భారములను నిర్ణయించవచ్చును. ఇట్టి ప్రయోగములో క్రింది ఫలములు సిద్ధించినవి :

ఒక గ్రాము ఆసెటిక్ ఆసిడ్ నుండి 1.467 గ్రాములు కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్, 0.600 గ్రాము నీరు లభించినవి. 1.467 గ్రాములు కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్‌లో $\frac{12}{44} \times 1.467 = 0.40$ కార్బన్ ఉన్నది. 0.600 గ్రాము నీటిలో $\frac{2}{18} \times 0.600 = 0.067$ హైడ్రోజన్ ఉన్నది; మిగిలినది ఆక్సిజన్. హైడ్రోజన్, కార్బన్‌ల భారములను తీసికొన్న ఆసిటిక్ ఆసిడ్ భారములో నుండి తీసివేసినచో ఉన్న ఆక్సిజన్ భారము సిద్ధించును.

ఆక్సిజన్ భారము $= 1 - (0.40 + 0.067) = 0.53$

కా : హై : ఆ : : 0.40 : 0.067 : 0.53

$$\text{వీటి శాతములు : } = \frac{0.40 \times 100}{1} : \frac{0.067 \times 100}{1} : \frac{0.53 \times 100}{1} = 40 : 6.7 : 53$$

ఈ సంఖ్యానిష్పత్తులనుబట్టి యౌగికాణువులోనున్న వివిధ పరమాణువుల సంఖ్యలు ఇదమిత్థమని తేల్చుటకు వీలుకాదు. ఏలన నీటి అణుభారము 18 అయినను, 36 అయినను హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ ... 

ఈశాతములను ఆయామూల ద్రవ్యముల పరమాణుభారములచే భాగించినచో పరమాణుసంఖ్యా నిష్పత్తి లభ్యమగును.

కా : హై : ఆ : : $\frac{40}{12}$ : $\frac{6·7}{1}$ : $\frac{53}{16}$ : : 3·33 : 6·65 : 3·33

కాని 3·33 : 6·65 : 3·33 = 1 : 2 : 1 కనుక ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ప్రాయోగిక సాంకేతికము $C_1H_2O_1$ అగును.

ఈ ప్రాయోగిక సాంకేతికము యౌగికములలో ఒక్కొక్క జాతికి చెందిన పరమాణువులు ఎన్నెన్ని ఉన్నవో చెప్పదు.

రెండవమజిలీ, బాష్పస్థితిలో ఆ యౌగికముయొక్క అణుభారమును నిర్ణయించుట. అణుభార నిర్ణయమునకు అనేకపద్ధతులుకలవు. (చూ. అణుభార నిర్ణయము; పు.126) వీటిలో దేనినైన ఉపయోగించి ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్కఅణుభారము 60 అని నిర్ణయించవచ్చును. ప్రాయోగిక సాంకేతికములోనున్న ఒక కార్బన్ పరమాణువు భారము (12), రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల భారము (2 × 1), ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుభారము (16) కలసి 30 కి సమానము కాని ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అణుభారము దీనికి రెండింతలు (60) అని తెలిసినది. అందువలన ($CH_2O$) అను ప్రాయోగిక సాంకేతికమును రెట్టించినగాని దాని అణుసాంకేతికము సిద్ధించదు. కొనకు ఆసిటిక్ఆసిడ్ అణుసాంకేతికము $C_2H_4O_2$ అని తేలినది.

ఈ అణుసాంకేతికమైనను, యౌగికముయొక్క అణువులో రెండు కార్బన్ పరమాణువులును, నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులును, రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులును ఉన్నవనియే చెప్పును. కాని, యౌగికముయొక్క స్వభావమును తెలియజేయలేదు. ఏలన యౌగికముయొక్క స్వభావము అందున్న పరమాణువును బట్టియే కాక ప్రధానముగా వాటి పరస్పర సన్నివేశములనుబట్టి ఉండును.

ఒకే ప్రాయోగికసాంకేతికము కలిగి అణుభారము ద్విగుణము, త్రిగుణముగా నున్నట్టియు, అణుభారము కూడ సమానమై యౌగికాంశముల పరస్పర సన్నివేశములు భిన్నముగా నున్నట్టియు యౌగికములు కలవు. అందువలన యౌగికముయొక్క స్వభావమును వివరించుటకు ప్రాయోగికసాంకేతికముకాని, అణుసాంకేతికముకాని సంపూర్ణముగా సమర్థములుకావు.

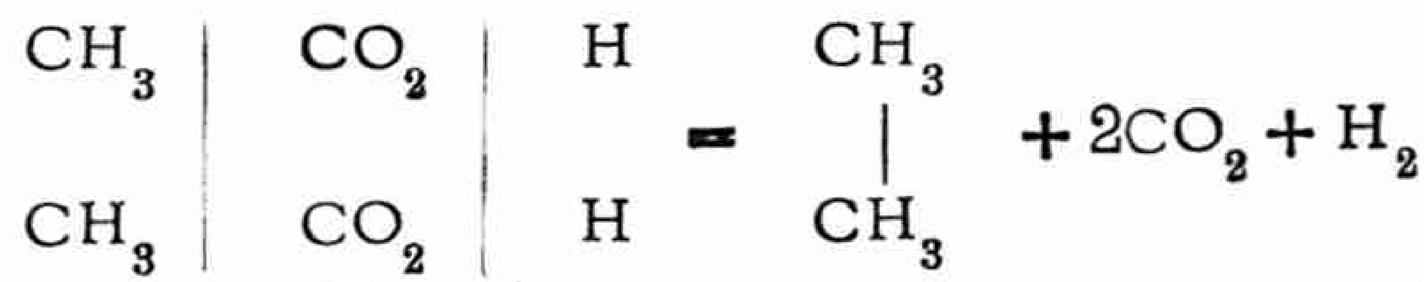
యౌగికముయొక్క గుణసర్వస్వమును వివరించగల సాంకేతికమును సంపాదించుట రాసాయనికుని పరమావధి. అట్టి సాంకేతికమునకు రచనాసాంకేతికము, లేదా సార్థక సాంకేతికము అని పేరు.

రచనాసాంకేతికములను నిర్మించుటకు సులభపద్ధతు లేవియును లేవు. యౌగికముపై అనేకవిధములగు రాసాయనిక ద్రవ్యముల ప్రభావమును పరీక్షించి యౌగికపు ప్రవర్తనను నిర్ణయించి పరమాణువిన్యాసమును నిర్ణయించవలెను. ఇది సులభమైనపని కాదు. యౌగికపు అణుభారము, రచనాక్లిష్టత ఎక్కువగుకొలది, ఈ పరీక్ష కష్టమగును.

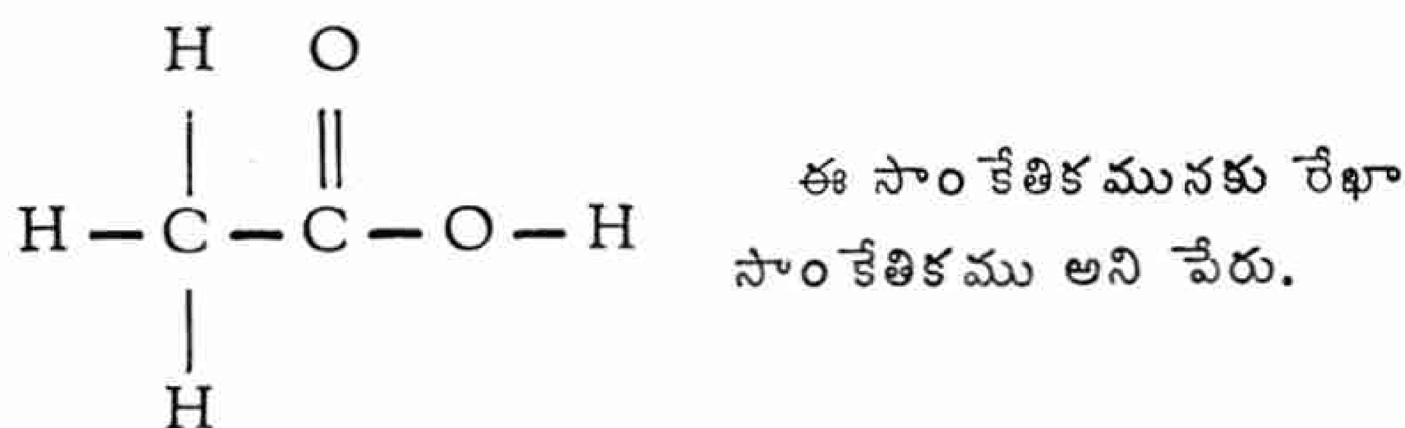
రచనా సాంకేతికమును కల్పించుటకు యౌగికము యొక్క గుణపరీక్ష, అటుపైని యుక్తిసహితమగు కుశాగ్రబుద్ధి కావలెను. మరొకసారి ఆసిటిక్ఆసిడ్ నే ఉదాహరణముగా తీసికొని రచనా సాంకేతికమును నిర్ణయింతము.

ఆసిటిక్ఆసిడ్ అణుసాంకేతికము $C_2H_4O_2$ అనియును, ప్రాయోగిక సాంకేతికము $CH_2O$ అనియును చెప్పియుంటిమి. $CH_2O$ అనుదానిని అణుసాంకేతికముగా గలిగి దీనికి భిన్నమైనయౌగిక మొకటి ఫార్మాల్డిహైడ్ కలదు. అదిగాక $C_2H_4O_2$ అనుదానిని అణుసాంకేతికముగా గలిగి ఆసిటిక్ఆసిడ్నకు భిన్నమైన మెతిల్ ఫార్మేట్ అను యౌగిక మింకొకటి కలదు; అందుచే యౌగికముల స్వభావములను ప్రాయోగిక సాంకేతికముగాని అణుసాంకేతికముగాని నిరూపించలేవు.

ఆసిటిక్ఆసిడ్పై ఏకయోజనీయధాతువు చర్యచే అమ్లాణువులోనున్న నాలుగు హైడ్రోజన్ అణువులలో ఒకే ఒకటి ధాతుపరమాణువుచే తొలగించబడును. తక్కిన మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులును అమ్లాణువులో నిలిచియుండును. అందుచేత ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమును అమ్లాణువునందు ప్రత్యేకముగా చూపవలసిన ఆవశ్యకత కలదు. ఈ దృష్టిలో $C_2H_4O_2$ అను సాంకేతికములో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును కేటాయించి $HC_2H_3O_2$ అని వ్రాయవలెను. అదిగాక ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్తో చేర్చినపుడు ఆసిటిక్ఆసిడ్నందు కేటాయించిన హైడ్రోజన్ పరమాణువు, అందున్న రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులలో నొకదానితో జట్టుకట్టి, పైకివెడలి ఆ OH గణస్థానమున క్లోరిన్ పరమాణువొకటి ఆదేశమగును; అది కారణముగా అమ్లాణువునందు ధాతుపరమాణువుచే ప్రతిస్థాపింపబడు హైడ్రోజన్ ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువులో జంటగానున్నదని తెలిసినది. దీనివలన సాంకేతికమును $C_2H_3OOH$ అని వ్రాయవలసివచ్చినది. మరల ఆసిటిక్ఆసిడ్ సోడియమ్లవణమును విద్యుద్విశ్లేషణకు గురిచేసినచో, ఋణాగ్రమువద్ద $H_2$, ధనాగ్రము వద్ద $C_2H_6$, $2CO_2$ అను వాయువులు బయటికివచ్చును. విశ్లేషణమువల్ల ఈ ఫలద్రవ్యములను పడయుటకు అనుగుణముగా అమ్లాణువు సాంకేతికమును $CH_3CO_2H$ అని వ్రాయవలెను. అప్పుడు 2 అమ్లాణువులు కలసి ఫలద్రవ్యములు క్రింది విధమున ఏర్పడగలవు :



ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌ను ఆక్సీహరించినపుడు లభ్యమగుఆసిటాల్డిహైడ్‌నందు కార్బొనిల్ (CO) గణ మున్నట్లు విశిష్ట ప్రక్రియల సహాయముచే రుజువు చేయవచ్చును. ఈ పై పర్యాలోచన పర్యవసానముగా ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క రచనా సాంకేతికమును అనగా సార్థక సాంకేతికమును $CH_3COOH$ అని వ్రాయవచ్చును. ఈ సాంకేతికము ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క రాసాయనికచర్యనంతను సమగ్రముగా వివరించగలదు. ఇదివరకు పరిచితమైయున్న కార్బన్, ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువుల యోజనీయతలను నిరూపించుటకై $CH_3COOH$ అను రచనా సాంకేతికమును విడమర్చి క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును :




ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అణుసాంకేతికము ($C_2H_4O_2$) ను గలిగి భిన్నధర్మములుగల మరియొక యౌగిక మున్నదని చెప్పియుంటిమి. ఆ యౌగికము ఫార్మిక్ ఆసిడ్, మెథిల్ ఆల్కహాల్ ల సంయోగమువలన ఏర్పడును.

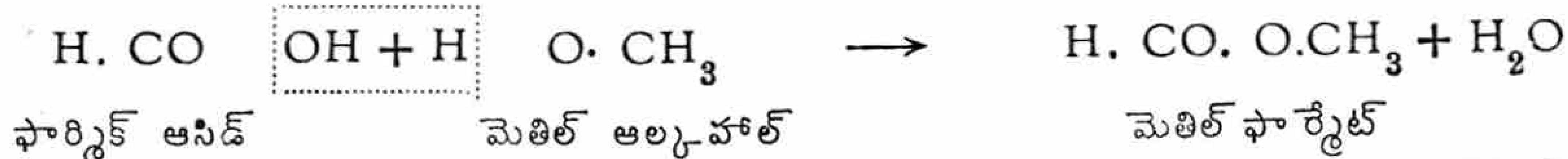
ఈ రెండు రచనలలోనున్న కార్బన్, హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువుల సంఖ్యలు సమానములు అయినను, వాటి రచనాభేదమునుబట్టి యౌగికస్వభావభేదము సంభవించినది. అణురచనా నిర్ణయమున కుపయోగించు కొన్ని పద్ధతుల చెప్పియుంటిమి. ఇంకను క్లిష్టతరమైన యౌగికముల అణురచనను గుర్తించుటకు సమాంగరూపత మొదలగు సంఘటనల అనుశీలన ఆవశ్యకము (చూ. ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు). మే. వ. న.

**అణువర్ణమాల :** చూ. వర్ణమాల.

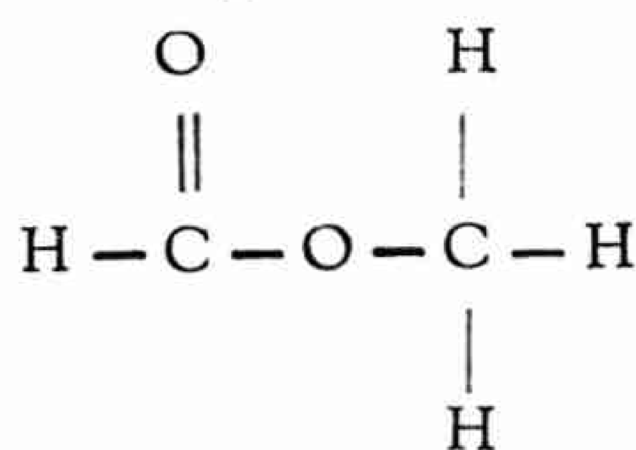
**అణుసాంద్రతా నియమము :** చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము.

**అణ్వస్త్రములు :** 'ఆటం' (పరమాణువు) విచ్ఛేదన నుండి జనించిన శక్తి ప్రాతిపదికగా బాంబులను తయారు చేయుచున్నారు, గాని 'అణువు' నుండి కాదు. అయినను అణ్వస్త్రములు అనుట వాడుకయైనది (చూ. ఆటంబాంబు). * * *

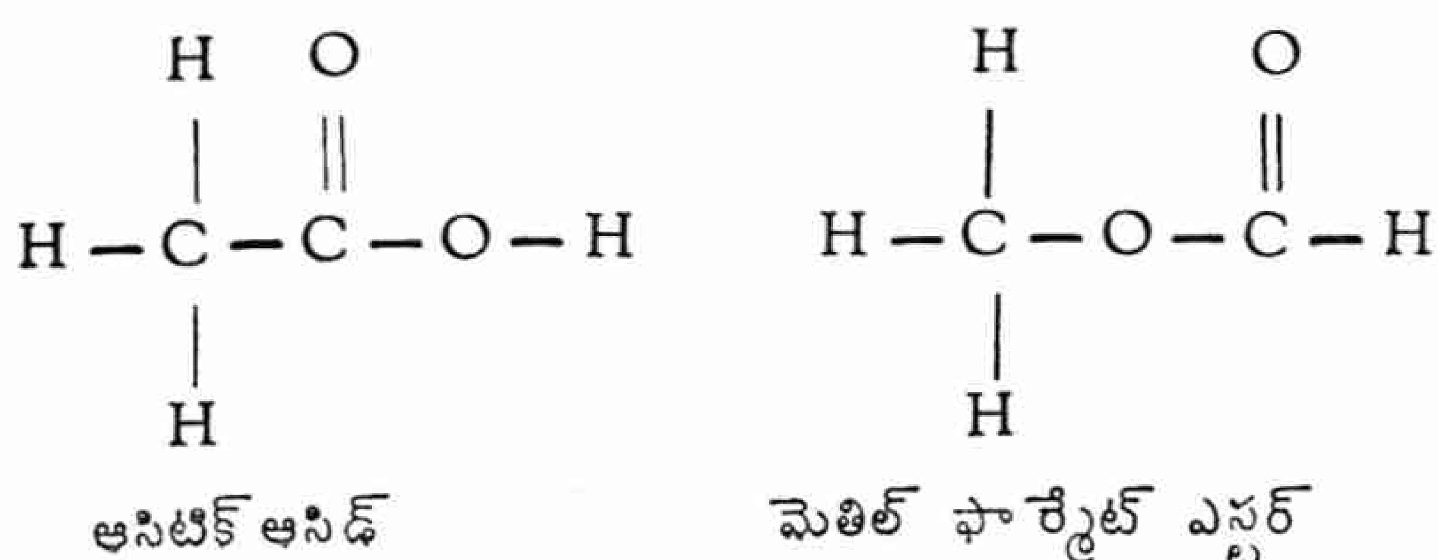
**అతాపకప్రక్రియ :** వేడి వెలుపలకు పోవుటకుగాని లోపలికి ప్రవేశించుటకుగాని వీలులేని పరిస్థితులలో జరిపించబడు ప్రక్రియకు 'అతాపకప్రక్రియ' అని పేరు. ప్రక్రియ యందు పాల్గొను ద్రవ్యవిశేషములను వేడికి చొరరాని ఆవరణయందు బంధించి ప్రక్రియను అతాపక పరిస్థితులలో జరిపించ వచ్చును. కాని, జగత్తులో వేడికి



ఇట్టియౌగికమునకు ఎస్టర్ అని పేరు. ఈ ఎస్టర్ ధర్మముల యొక్క పరిశీలనవలన రచనా రేఖాసాంకేతికమును క్రిందివిధముగా వ్రాయవలసియుండును :



ఆసిటిక్ ఆసిడ్ సాంకేతికమును, ఎస్టర్ సాంకేతికమును దగ్గర చేర్చి చూచినచో వాటి రచనావ్యత్యాసములు సులభముగా గోచరమగును :



బొత్తిగా చొరరాని ద్రవ్యములు ఏవియు లేవు. అందువలన తాపనిరోధకములగు ఆవరణలను సృజించుట దుర్లభము. కాని, ఒక ప్రక్రియను ఒకపాత్రలో అతిశీఘ్రముగా జరిపించినచో లోపలినుండి వేడి పాత్రగోడల ద్వారా వెలుపలికి పోవుటకుగాని, వెలుపలి నుండి లోపలికి వచ్చుటకుగాని కాలావధి చాలదు. అతాపకప్రక్రియను ప్రాయోగికముగా నిర్వహించుటకు ఇదియే ఉపాయము.

శక్తిశాస్త్ర నియమములను ప్రాయోగికముగా స్థాపించుటయందు అతాపకప్రక్రియకు మహత్తరమైన ఉపయోగము కలదు (చూ. శక్తిశాస్త్రము).

అతాపకప్రక్రియకు ప్రతియోగియగు ప్రక్రియ సమతాపప్రక్రియ. అనగా, వేడిని బాహాటముగా చొరనిచ్చు పాత్రలో జరిపించు ప్రక్రియ. ప్రక్రియ జరుగునంత కాలమును, పాత్రలో ప్రక్రియలో పాల్గొనుచున్న ద్రవ్యములు, పరిసరములతో తాపసమతాస్థితిలో నుండును. ప్రక్రియజరుగునపుడు పాత్రలో ఉష్ణము జనించిన పైనున్న

పరిసరములు దానిని తగ్గించియు, ఉష్ణత లోటువడినచో పరిసరములు దానిని సరఫరాచేసియు, మొత్తముమీద పాత్రయొక్క తాపక్రమమును స్థిరముగా నుంచును. ఒకే ప్రక్రియను అతాపక, సమతాప పరిస్థితులలో ప్రత్యేకముగా జరిపించినపుడు, ప్రక్రియాఫలములు చాల భిన్నముగా నుండును. ఉదాహరణమునకు - ఒక నిర్దిష్టరాశివాయువుపై నున్న ప్రేషమును తగ్గించినను, హెచ్చించినను, దాని ఆయతనము విలోమ నిష్పత్తిలో హెచ్చుట, తగ్గుట తటస్థించునని బోయిల్ నియమము సూచించును. కాని, వాయువును, పరిసరములును పరస్పరతాప వినిమయ పరిస్థితులలో నున్నపుడే ఈ నియమము చెల్లును. అతాపకపరిస్థితులలో ఒకవాయువుపై ప్రేషమును మార్చినచో, సిద్ధించు ఆయతనము బోయిల్ నియమము*ను అనుసరించదు (చూ. వాయువులు).

మే. వ. న.

**అధిచూషణ :** చూ. కొల్లాయిడ్లు.

**అనిశ్చయతా సూత్రము :** న్యూటన్‌చే ప్రతిపాదితమైన గతిశాస్త్రనియమముల సర్వతోముఖ విజయము, వర్తమాన సంఘటనల జ్ఞానమును ఆధారముచేసికొని భావి సంఘటనల పూర్వ నిర్దేశము నిరపహతముగ సాగింపవచ్చునను అచల విశ్వాసమును వైజ్ఞానికులకు జనింపచేసినది. "ప్రాథమిక తేజోమేఘములందు పరమాణువుల విదిత విభజన స్థితిని ఆశ్రయించి, మహామేధావి యగు గణితజ్ఞుడు విశ్వము యొక్క భావి చరిత్రనంతటిని ముందుగా నిర్దేశించ గలడు." అను లాప్‌లాస్ (1749-1827) చేసిన ప్రతిజ్ఞ నాటి వైజ్ఞానికుల ప్రపంచ సంఘటనల నిశ్చిత పథానువర్తనమును గురించిన భావమును వెల్లడి చేయుచున్నది.

ఈ అపోహను పరిత్యజించుట - నేటి వైజ్ఞానిక దృక్పథ విశిష్టలక్షణము. విశ్వరచనకు అంతిమ ఘటకములగు ఎలక్ట్రాన్ల, ప్రోటాన్ల ప్రవర్తనకు అఖిల నిశ్చితత్వ సూత్ర మన్వయించున ట్లగపడదు. దృష్టాంతమునకు ఒక కాంతికణము (ఫోటాన్) నకు గాని, ఎలక్ట్రాన్‌నకుగాని రెండు గమనమార్గములు ఎదురు పడినపుడు అవి ఏ మార్గమును పట్టునో అను ప్రశ్నకు సంభావ్యతాగణనను ఆశ్రయించియే సమాధానము నీయగలము. ఒకప్రయోగమందది ఒక మార్గమును స్వీకరించును. మునుపటి పరిస్థితులందే ప్రయోగమును మరల మరల గావించినచో అది ఇతర మార్గమును స్వీకరించును. ఈ ప్రయోగమును పలుమారులు మరల మరల గావించితిమేని, ఆ కాంతికణము లేదా ఎలక్ట్రాన్ ఆ మార్గముల దేనిని అనుసరించునో ఆ లెక్కను శాతముల క్రింద వ్యక్తపరుచవచ్చును ఇట్టి ప్రయోగముల ఫలితములను ఆధారముగ చేసికొని ఆ కాంతికణము ఆ రెండిటి నొక మార్గమును స్వీకరించుటకు గల సంభావ్యతను ఒకనియమరూపమున వెల్లడి చేయవచ్చును.

ఇట్లు దాని చలన ప్రకారమునకు గల సంభావ్యతనే సూచించగలము గాని దాని వర్తమాన స్థితినుండి దాని భావి ప్రవర్తనను నిశ్చయముగ నిర్దేశించలేము. కాని ఎలక్ట్రాన్ల చాలినంత సంఖ్యను గ్రహించినచో (వైజ్ఞానికుని అన్వేషణకు విషయమగు ఏ ద్రవ్య శకలమందైనను ఎలక్ట్రాన్ల బహుళ సంఖ్యాపరిస్థితియే ఉండును) ఈ బాహుళ్యమందు వీటి వైయక్తిక వికారచేష్టలు పరస్పర పరిమార్జితములగుటచేత వాటి సామూహిక ప్రవర్తన నిశ్చిత నిర్దేశమునకు విషయము కాగలదు.

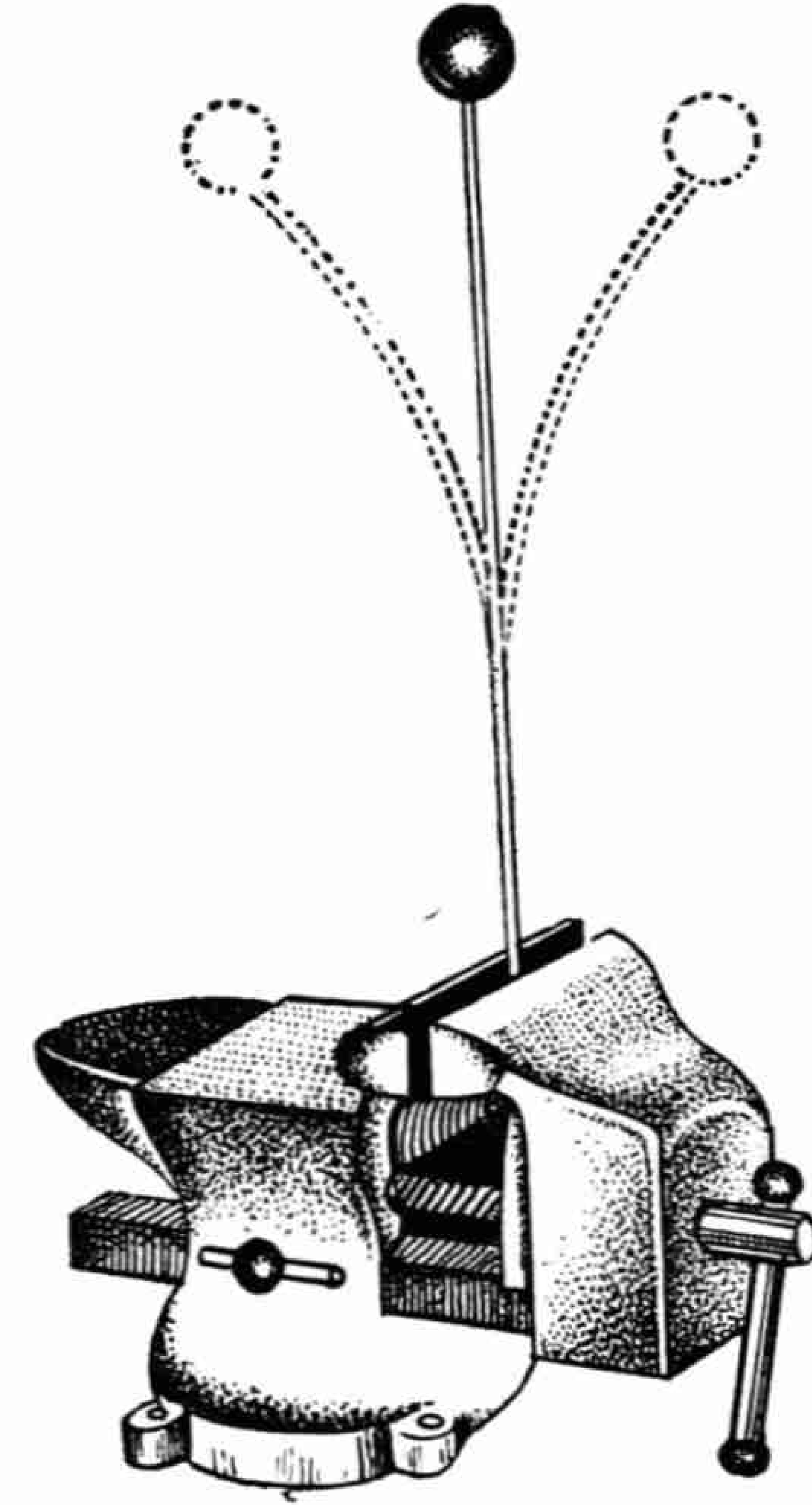
ఎలక్ట్రాన్ గతిని తగినంత నైశిత్యముతో పరీక్షించితిమేని అది ఏమార్గమును పట్టునో నిశ్చయముగ చెప్పుటకు వీలిచ్చు పరిస్థితుల గుర్తించవచ్చు నని మన మొక వేళ అనుకొనవచ్చును. కాని దాని గతిని చెరచకుండ ఎలక్ట్రాన్‌ను పరీక్షించలేము. ఏలన బాహ్యప్రపంచముతో అది ప్రతిక్రియించు సందర్భమునందే దాని ఉనికిని మనము గుర్తించగలము. ప్రపంచ సంఘటనలయందు పాల్గొనని ఎలక్ట్రాన్ ప్రత్యవేక్షణ విషయము కానేరదు. ఇంతేకాదు వస్తువులు కంటికగపడవలె ననిన వెలుతురు అవసరముకదా! అట్టి వెలుతురుశక్తి ఒక క్వాంటం మేరకైన ఉపభుక్తము కాకుండ ఎలక్ట్రాన్ మన లక్ష్యపథమున పడదు (గరిష్ఠ సామర్థ్యముగల సూక్ష్మదర్శని పరికరమందైనను అది మన కంటి కగపడదు). ఇట్లు ఎలక్ట్రాన్‌ను గుర్తించుటకు ఉపయుక్తమైన శక్తికణము దాని చలనమును పూర్వ నిర్దేశమునకు వీలుగానంత చెరచును. ఈ విషయమును గురించి తీవ్రసమాలోచనను గావించిన హైజన్‌బర్గ్ విజ్ఞాని "ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానము, చలనవేగము ఈ రెండిటిలో నేదో ఒక దానినే నిశ్చయముగ ప్రయోగముచే నిర్దేశించగలము. రెండిటిని ఒకేమారు నిశ్చయముగ నిరూపించలేము" అను 'అనిశ్చయతా సూత్రము'ను నిర్వచించెను. స్థాననిర్దేశమును నిశితముగాజేయ ప్రయత్నింతుమేని ఆ మేరకు వేగనిరూపణము అనియతమగును. వేగమును యథావస్థితముగ గణించనెంతుమేని స్థానము అస్పష్టమగును. ఎలక్ట్రాన్ ప్రవర్తన నిశితనిర్దేశ విషయమైననూ మన మాన పరికరములు సహజముగా అసమర్థములని ఈ సూత్రము వ్యక్తపరచుచున్నది అని యందుమా? లేదా

* అనగా, $pv$ = స్థిరపదము, అను సమీకరణమును అనుసరించదు. $pv^k$ = స్థిరపదము అను సమీకరణమును అనుసరించును.

ప్రపంచ స్థూల వస్తుప్రవర్తనకు అన్వయించు అశిథిల కారణతానియమము ప్రకృతియందు మౌలిక సంఘటనలకు పట్టదని సూచించుచున్న దండుమా! ఈ విషయమై నేటి వైజ్ఞానికులు రెండువిరుద్ధపక్షముల విభక్తమై యున్నారు. ప్రకృతి సహజముగనే అనిశ్చయ స్థితియందున్నదని పలుకువారు, ఎన్నడును ఆవిష్కార విషయము కాని కారణతానియమమును గృహీత పక్షముగ స్వీకరించనేల? మన మాన పరికరములు అశిథిల నిశ్చితత్వమును నిరూపించ సమర్థములు కానిచో ప్రకృతియందు నిశ్చితత్వమును నిరూపించ సమర్థులుకానిచో ప్రకృతియందు నిశ్చితత్వమున్నదని ఎందుకు అనుకొనవలెను. ప్రత్యవేక్షణీయాంశముల పరిత్యజించినచో వివరణ సాధ్యముకాదను ప్రస్తుత వైజ్ఞానిక దృక్పథ మందీ ప్రశ్న ఎంతేనియు సార్థకము. ప్రత్యవేక్షణీయములన భౌతిక ప్రక్రియలచే గుర్తించబడునవి. దృష్టాంతమునకు భ్రమణమును స్వీకరించిన ఒక వస్తువు ప్రదర్శించు కేంద్రాపసారిబలములను అన్యనిరపేక్షముగ ఆ వస్తువునకు గల సంబంధమును ఆధారముగ చేసికొని న్యూటన్ వివరించెను. ఐన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతము ప్రకారము నిరపేక్ష ఏ భౌతికప్రక్రియలకును వివృతి విషయముకాదు. ఇంకనొక దృష్టాంతము. బోర్ మొదటి పరమాణురచనా సిద్ధాంతమందు కేంద్రకముచుట్టు భ్రమించుచుండు ఎలక్ట్రాన్ ఒక కక్ష్యనుండి ఇంకొక దానికి దాటుచుండు ననుకొనవలెనని చెప్పెను. ఎలక్ట్రాన్ దాట్లను గ్రహించినపుడే అది ఇతర ప్రపంచముతో ప్రతికరించును. అనగా దాని ప్రవర్తన ప్రత్యక్షగోచరమగును. దాటుటకు పూర్వమది పరమాణు కక్ష్యలో స్థిరముగా తిరుగుచున్నపుడు ప్రత్యవేక్షణ విషయము కానేరదు. అందువలన బోర్ పరమాణు ప్రతికృతియందు అప్రత్యవేక్షణీయాంశము ఒకటి గలదు. అందువలననే హైజన్‌బర్గ్ తన పరమాణు సిద్ధాంతములో అప్రత్యవేక్షణీయాంశముల నన్నిటిని బహిష్కరించెను. ప్రకృతి మౌలిక సంఘటనల నుండి నిశ్చితత్వ బహిష్కారము ప్రస్తుత వైజ్ఞానిక దృక్పథమునకు తగియున్నదియే. కాని అనిశ్చిత సంఘటనల భావించుట సాధ్యమా అను ప్రశ్న ఇంకనూ సమాధానము నపేక్షించుచునే యున్నది. మే. వ. స.

**అనునదనము :** ఈ పదము ప్రాయోగిక శాస్త్రములలో రెండు సందర్భములలో - 1. భౌతిక విజ్ఞానము- 'ధ్వని'; 2. రాసాయనిక శాస్త్రము - మనకు తారసిల్లుచున్నది. ఇప్పుడు వీటి ప్రత్యేక అర్థములను పరిశీలింతము.

ధ్వనిలో అనునదనము: ప్రక్కచిత్రములో సందంశమందు బిగించబడి కొనను గోళము కలిగిన స్ప్రింగ్ ఒకటి చిత్రితమైయున్నది. అట్టి పరికరమును మన మొకవైపునకు వ్రేలితో కొంచము ఒరిగించి చట్టునవదలివేసిన, స్ప్రింగ్ అటునిటు కొంతసేపటివరకు కంపించును. దాని సహజ కంపనవేగము సెకనుకు 10 చొప్పున ఉన్నదనుకొందము.



సందంశములో బిగించిన
గోళము కలిగిన స్ప్రింగ్

సెకనుకు 25 మార్లు ఇటునటు దానిని ఊపగల బలమును, విశ్రాంతస్థితిలో ఈ స్ప్రింగ్‌పై ప్రయోగించిన ఏమగునో చూతము. బలము ప్రయోగించుటకు మొదలిడిన కొలది కాలములో స్ప్రింగ్ నియతముగా సెకనుకు 25 మార్లు ఇటునటు ఊగుటకు ప్రారంభించును. కాని, ఈ అవస్థలో స్ప్రింగ్ యొక్క కంపనవిస్తారము చాల తక్కువగ నుండును. ఏలననగా, గోళముతో కూడుకున్న స్ప్రింగ్ తన సహజకంపన వేగమగు సెకనుకు 10 కంపనములతో స్పందించుటకు యత్నించును. అనగా, తన సహజ స్పందన వేగముకన్న ఎక్కువగానున్న స్పందనవేగమును తనకు బలవంతముగా నంటగట్టిన పైబలపుప్రవృత్తిని ప్రతిఘటించుటకు కొంతవరకు ప్రయత్నించును. ఇట్టిస్థితిలో స్ప్రింగ్ యొక్క స్పందనము బలాత్కారస్పందన మనబడును. ఇప్పుడు బాహ్యప్రేరణబలముయొక్క ఆవృత్తిని సెకనుకు 25 నుంచి 10 వరకు తగ్గించిన, స్ప్రింగ్‌కంపన విస్తారము గరిష్ఠమూల్యమును గ్రహించును. స్ప్రింగ్ యొక్క ఈస్థితి అనునదనము అందుము.

రాసాయనికశాస్త్రమందు మనకు తారసిల్లు అనునదనమును గురించి ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు అను శీర్షిక చూడనగును. మే. వ. స.

**అనుస్యూత ధర్మములు :** చూ. ద్రావణములు II.

**అపురూప ధాతువులు :** చూ. అపురూప మృత్తులు.

**అపురూప మృత్తులు :** క్షారమృత్తు లని పిలువబడు కాల్సియమ్, బేరియమ్ ఆక్సైడ్‌లవంటి కొన్ని త్రియోజ

నీయ ధాతువుల ఆక్సైడ్‌లకు మృత్తులని పేరు. ఈ ధాతువు లరుదుగా దొరుకుటచే వీటి ఆక్సైడ్‌లకు అపురూపమృత్తు లని పేరు. ఈ ధాతువుల సంఖ్య పదునైదు. అవి ఆవర్త క్రమములో 57 వ మూలద్రవ్యమగు లేంతెనెమ్ నుండి 71 వ మూలద్రవ్యమగు లూటీషియమ్ వరకు వ్యాపించి యున్నవి. ఈ ధాతువు లన్నియు త్రియోజనీయములు. సిరియమ్, లేంతెనెమ్, ప్రాసియోడిమియమ్‌లు చతుర్యోజనీయములుగా కూడ ప్రవర్తించును. రాసాయనికముగా నివి అత్యంత సదృశములు. అందుచే నివి అన్నియు కలిసియే ప్రకృతిలో ఖనిజములుగా దొరుకును. వాటిని ప్రత్యేకముగా విడదీయుట దుస్సాధ్యము. ఈ ధాతువు లన్నియు మిక్కిలి ప్రబలమైన అక్సీహరణద్రవ్యములు. ఇవి తక్కిన మూలద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా సంయోగించి నపుడు ఆవిర్భవించు అమితమైన ఉష్ణతాశక్తియే వీటి ఆక్సీహరణ సామర్థ్యమునకు కారణము. ఆక్సిజన్ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, తేమ - వీటి సంపర్కమున ధాతువులు మార్పు చెందును. ఈ ధాతువులను మూడు తరగతులుగ విభజించవచ్చును : 1. సిరియమ్‌మృత్తులు ; 2. టెర్బియమ్ మృత్తులు; 3. యిట్టెర్బియమ్‌మృత్తులు.

క్రింది పట్టిక ప్రత్యేకధాతువుల పరమాణుభారములను, వాటి లవణములయు, ఆక్సైడ్‌లయు రంగులను చూపించును :

### 1. సిరియమ్ మృత్తులు

| ధాతువు | పరమాణు భారము | లవణపురంగు | ఆక్సైడ్ రంగు |
|---|---|---|---|
| సిరియమ్ (Ce) | 140·13 | Ce III రంగు లేనిది | — |
| | | Ce IV పసుపు లేదా ఎరుపు | — |
| లేంతెనెమ్ (La) | 138·92 | రంగులేదు | — |
| ప్రాసియోడిమియమ్ (Pr) | 140·91 | లేతఆకుపచ్చ | పసుపుపచ్చ |
| నియోడిమియమ్ (Nd) | 144·27 | గులాబి | ఊదా |
| సమేరియమ్ (Sm) | 150·35 | చిలకపచ్చ | పసుపు |

### 2. టెర్బియమ్ మృత్తులు

| ధాతువు | పరమాణు భారము | లవణపురంగు | ఆక్సైడ్ రంగు |
|---|---|---|---|
| యూరోపియమ్ (Eu) | 152·0 | గులాబి | గులాబి |
| గెడోలినమ్ (Gd) | 157·26 | రంగులేదు | రంగులేదు |
| టెర్బియమ్ (Tb) | 158·93 | గులాబి | గులాబి |

### 3. యిట్టెర్బియమ్ మృత్తులు

| ధాతువు | పరమాణు భారము | లవణపురంగు | ఆక్సైడ్ రంగు |
|---|---|---|---|
| డిస్ప్రోసియమ్ (Dy) | 162·51 | ఆకుపచ్చ | రంగులేదు |
| హోల్మియమ్ (Ho) | 164.94 | నారింజ | రంగులేదు |
| ఎర్బియమ్ (Er) | 167·27 | ఎరుపు | రంగులేదు |
| తూలియమ్ (Tm) | 168·94 | లేతనీలిఆకుపచ్చ | — |
| యిట్రియమ్ (Y) | 88·91 | రంగులేదు | రంగులేదు |
| యిట్టెర్బియమ్ (Yb) | 173·04 | రంగులేదు | రంగులేదు |
| స్కాండియమ్ (Sc) | 44.96 | రంగులేదు | రంగులేదు |
| లూటీషియమ్ (Lu) | 174·99 | రంగులేదు | రంగులేదు |

వాటి యౌగికములలో నివి అల్యూమినియము మొదలగు త్రియోజనీయ మూలద్రవ్యముల పోలియుండవు. ద్వియోజనీయక్షారమృత్తులగు కాల్సియమ్, బేరియమ్ ధాతువులతో వీటికి సాదృశ్యములు మెండు. కాని యిట్టెర్బియమ్ తరగతికి చెందియున్న ధాతువులు సిరియమ్ తరగతికి చెందిన వాటంత క్షారములుకాక అల్యూమినియమును పోలియుండును.

వీటిలో లేంతెనెమ్, సిరియమ్, నియోడిమియమ్‌లు తక్కిన వాటికన్న మెండుగా దొరుకును. యూరోపియమ్, టెర్బియమ్, తూలియమ్‌లు బహు అరుదు.

మొదటితరగతి ధాతువులు మోనజైట్, సీరైట్, ఆలనైట్ ఖనిజములలో విస్తారముగా నుండును. రెండవ తరగతి ధాతువు లన్నియు సామర్‌స్కైట్‌లో దొరకును. మూడవ తరగతికిచెందిన ధాతువులనిచ్చు ఖనిజములు గెడోలినైట్, గ్సెనొటైమ్, యూగ్సెనైట్.

అపురూపమృత్తుల ఉనికి : నార్వే, యునైటెడ్ స్టేట్స్, దక్షిణ అమెరికా (బ్రెజిల్), ఇండియా (తిరువనంతపురము కోస్తా), ఆస్ట్రేలియా, సిలోన్ దేశములలో అపరూపమత్తుల నిచ్చు ముడిఖనిజములు లభించుచున్నవి.

యౌగికములు - ఆక్సైడ్‌లు : హైడ్రాక్సైడ్‌లను, నైట్రేట్‌లను, ఆక్సలేట్‌లను కొంచెము కష్టముగా సల్ఫేట్‌లను కాల్చుటవల్ల ఆక్సైడ్‌లు లభ్యమగును. కాని ఆక్సైడ్‌ల గుణములు వాటిని తయారుచేయు విధానమును బట్టి ఉండును. ఆక్సలేట్‌ల నుండి తయారు చేయబడిన ఆక్సైడ్‌లు రాసాయనికముగా చాల చురుకైనవి.

హైడ్రాక్సైడ్‌లు : అమోనియానుగాని, పొటాష్ క్షారమునుగాని ఈ ధాతువుల లవణద్రావణములకు చేర్చిన హైడ్రాక్సైడ్‌లు ఏర్పడును. ఇవి జిగురుగానుండు ద్రవ్యములు ; అవక్షేపక ద్రవ్యాధికములో మరల విలీనము కావు.

ఈ ఆక్సైడ్ల ఉత్పత్తితాపము అత్యధికము. తక్కిన ధాతువులేవియు ఆక్సిజన్‌తో ఇంత రాసాయనిక మైత్రిని కనుపరచవు. అందుచే ఈ ధాతు ఖనిజములనుండి ధాతువులను వేరుచేయకుండ విద్యుత్ సహాయమున ఆక్సీహరణము వలన లభ్యమగును. 'మిష్ మెటల్' అను పేరుగల మిశ్రమ ధాతువు అల్యూమినియముకన్న బలవత్తరమైన ఆక్సీహరణ సాధనము. అందుచే దీనిని ధాతుఆక్సైడ్లనుండి ధాతువులను విడదీయు గోల్డ్‌ష్మిట్ విధానమందు ముఖ్యముగా వాడుదురు. ఈ ధాతువులకు ఆక్సిజన్‌తో రాసాయనికానురాగ మధికమగుటచేత ఆక్సీహరణ విధానమున వీటిని సంపాదించుట కష్టము. విద్యుద్విశ్లేషణ విధానము వీటి సాధనకు సులభమైన మార్గము.

ఆక్సైడ్ లవణాధారత కొంచె మించుమించుగా ధాతువుల పరమాణుభారముపట్టి యుండును. సిరియమ్‌వర్గమునకు చెందిన ధాతువుల ఆక్సైడ్లకు లవణాధారగుణము గరిష్ఠము. అందునను La, Pr, Nd, Ce III, Tm, టెర్బియమ్ మృత్తులు, యిట్టెర్బియమ్ మృత్తులు, Sc, Ce IV ఈ నిరూపిత క్రమములో లవణాధారత తగ్గును.

ధాతుసాధన: అపురూపమృత్తులను మిశ్రము నుండి ప్రత్యేకముగా విడదీయుటకుముందు వీటిని తక్కిన సాధారణద్రవ్యములనుండి వేరుపరచుట ఆవశ్యకము. ఈ పృథక్కరణమునకు రెండు విధానము లున్నవి. అందు మొదటిది ఆక్సలేట్ విధానము; రెండవది సల్ఫేట్ విధానము.

1. ఆక్సలేట్ విధానమునందు అపురూపమృత్తుధాతువుల ఆక్సలేట్‌లు ఖనిజామ్లములలో కరుగవు. అందుచే మిశ్రధాతువులుగలఆమ్లద్రావణమునకు అమోనియమ్‌ఆక్సలేట్ కలిపినచో అపురూపమృత్తుల ఆక్సలేట్‌లు మాత్రము అవక్షేపముగా బయటకు వచ్చును. మొదట అవక్షేపము ముద్దగా అంటుకొనుచున్నట్లుండినను క్రమముగా అది స్ఫటికముగా మారును.

2. సల్ఫేట్ విధానమునందు తాపక్రమము హెచ్చిన కొలది ద్రావణీయత తక్కువగుట ఈ సల్ఫేట్ల విశిష్ట గుణము. అందుచేత సల్ఫేట్ల మిశ్రమును వేడిచేసినచో అపురూపమృత్తుధాతువుల సల్ఫేట్‌లు మెల్లగా క్రిందికి అవక్షేపించి సాధారణ సల్ఫేట్‌లు ద్రావణములో నిలచిపోవును.

ధాతు శోధన: ఈపై రెండు విధానములలో దేనిచేతనైన వేరుపరచబడిన అపురూపధాతు లవణమిశ్రమును ప్రత్యేకధాతు యౌగికములక్రింద విడదీయుటకు వివిధ విధానములు కలవు. ఇందు ముఖ్యముగా ఉపయోగించునవి: 1. స్ఫటికీకరణ విధానము; 2. లవణాధార తారతమ్యతావిధానము. ఈ విధానములు స్థూలముగా క్రింద వివరించడమైనది:

అపురూపమృత్తుధాతువుల సల్ఫేట్‌లు ద్రావణీయతలో చాల తారతమ్యమును కనపరచును. ఈ ద్రావణీయతాభేదము డబుల్ సల్ఫేట్‌లయందు అధికముగాను, డబుల్ నైట్రేట్‌లలో అంతకన్న ఎక్కువగాను కననగును. అందుచే స్ఫటిక పృథక్కరణమునకు డబుల్ నైట్రేట్ల ఉపయోగము హెచ్చు.

ఈ స్ఫటికపృథక్కరణము తక్కినవాటివంటిదే; కాని దీని నిర్వహణ చిత్రమైనది. దీనిని ఫలప్రదముగా నిర్వహించుటకు వేలకొలది స్ఫటికీకరణములు అవసరము. అది క్రింది విధానమున నిర్వహించనగును:

కొనకు శుద్ధమై తూచుటకుచాలినంత ద్రవ్యరాశిని సంపాదించవలెనని ప్రారంభద్రవ్యరాశి అనేక కిలోగ్రాము లుండవలయును. ఈ రాశిగల ద్రావణమును ఆరు లేక ఎనిమిది అంశలుగా, ఆంశికస్ఫటికీకరణమునకును గురిచేయవలయును. ఇందలి ప్రతిఅంశను మరల ఆంశికస్ఫటికీకరణము కావించవలయును. తక్కువ ద్రావణీయత కలిగినభాగము వెలువడి ఎక్కువ ద్రావణీయతకలిగిన భాగము శేషద్రావణములో విలీనమై యుండును. మొదటి అంశముయొక్క శేషద్రావణమును రెండవఅంశనుండి లభ్యమైన స్ఫటికములతోను, రెండవ అంశసంబంధమైన శేషద్రావణమును మూడవఅంశనుండి వచ్చిన స్ఫటికములతోను, ఇట్లే తుదిఅంశవరకును కలుపవలయును. ఇట్లు లబ్ధములగు మిశ్రములన్నిటిని మరల మరల స్ఫటికీకరణము కావించుచు స్ఫటికములు, శేషద్రావణముక్రిందను వేరుపరచి తక్కువద్రావణీయతగల అంశనుండి లబ్ధమగు శేషద్రావణమును హెచ్చుద్రావణీయతగలిగిన స్ఫటికీకృతాంశతో చేర్చవలెను. ఇట్లు ప్రతిఅంశమును ఉపయోగించి వీటిని మరల ఆంశికస్ఫటికీకరణమునకు గురిచేసినచో మొదటి అంశలు కనిష్ఠ ద్రావణీయత కలిగినవి. తుది అంశలుగా మిగిలియున్న శేషద్రావణముల్లోనున్న ద్రవ్యములు గరిష్ఠ ద్రావణీయతగల ద్రవ్యములై ఉండును. వేలకొలది ఆంశీకరణములను నిర్వహించిన తరువాత లబ్ధమగు ప్రథమ అంత్యభాగములు ఇంచుమించుగా శుద్ధద్రవ్యములుగానే పరిణమించును. ఇట్లు రెండుకొనల శుద్ధ ద్రవ్యములను వేరుపరచిన తరువాత మధ్యాంశలను మరల ఆంశీకరించవలయును. కాని ముందుకన్న ఆంశీకరణ ప్రయోగసంఖ్య తగ్గుచుండును. ఇట్లు లేంతెనెమ్, ఎర్బియమ్ మధ్యనున్న మృత్తులను విడదీయవచ్చును.

లవణాధార తారతమ్యవిధానమునందు అపురూప మృత్తుధాతు ఆక్సైడ్ల లవణాధారతలయందు చాల హెచ్చుతగ్గులున్నవి. ఈ తారతమ్యము వీటిని ఒకదానినుండి మరియొకటి వేరుపరచుటకు ఉపయోగించ వచ్చును. లవణ మిశ్రద్రావణమునకు హైడ్రాక్సిల్ అయన్లుగల ఏ ద్రావణమునైన కొంచెము కొంచెముగా కలిపిన దుర్బల తమమైన లవణాధారము ముందు అవక్షేపముగా దిగును. తరువాత బలమైన లవణాధారములు, కొనకు బలవత్తమమైన లవణాధారములు బయటపడును. ఈ అంశావక్షేపములను ఆమ్లములో మరల విలీనముచేసి తిరిగి ఆంశిక అవక్షేపములను కావించి ఈ పద్ధతిని అనేకసారులు పర్యాయక్రమమున సాగించిన అపురూపమృత్తులను వేరు వేరుగా విడదీయవచ్చును.

కాని ఒక విషయముమాత్రము జ్ఞాపక ముంచుకొనవలయును. ఒకేపద్ధతిని వాడుకచేసి ఈ మృత్తులను విడదీయుట దుస్సాధ్యము. తరుచుగా విడదీయుటకు వీలులేని భాగములు కూడ లభ్యమగుచుండును. అట్టిపరిస్థితిలో పద్ధతిని మార్చినచో విభజన మరికొంతమట్టుకు సాగించ వచ్చును. అందుచే అనేకవిధములగు స్ఫటికీకరణములను, లేక స్ఫటికీకరణములతో అవక్షేపవిధానములను కూడ మార్చి మార్చి ఉపయోగించినఫలము పొందవచ్చును. అప్పటికిని కొన్నికొన్ని ధాతువులవిషయమై వాటి శుద్ధత్వమును రాసాయనికముగా రుజువు పరచుట వీలుకాదు. అట్టిచో ఆస్టన్ యొక్క మాస్ స్పెక్ట్రోగ్రఫీ విధానమే శరణ్యము.

లబ్ధమైనధాతువుశుద్ధమో, కాదో కనుగొనుటకు రెండు మార్గములు కలవు. అందు మొదటిది-వివిధాంశలనుండి ధాతువుయొక్క తుల్యాకభారమును నిర్ణయించి అది ప్రతి అంశకును మారకుండునంతవరకు ఆంశికస్ఫటికీకరణమో, ఆంశికఅవక్షేపమునో సాగించుట.

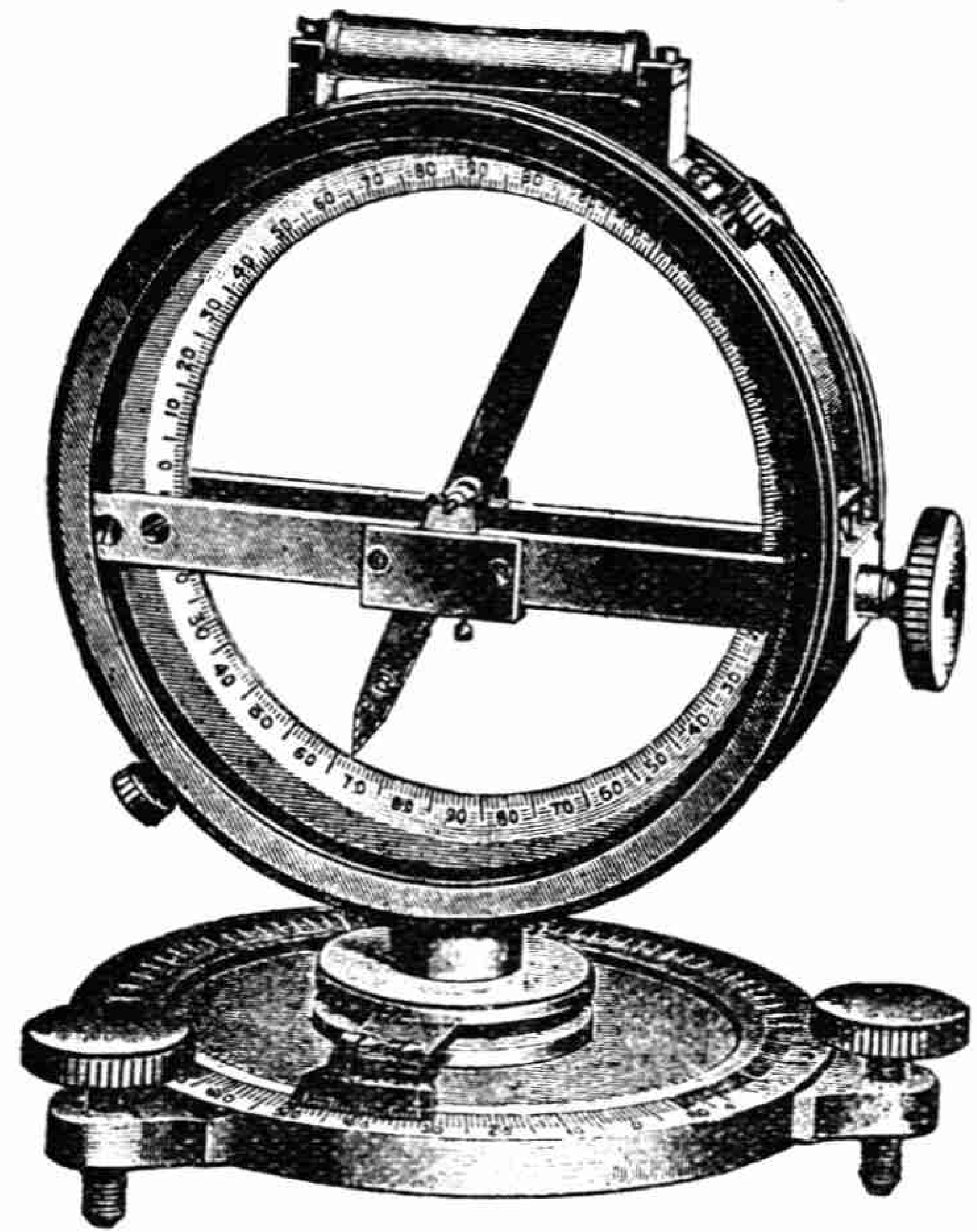
రెండవది ధాతువుల వర్ణపట విమర్శన - విచూషిత వర్ణపటము ఈ పరిశోధనయందు ఎక్కువ ఉపయోగకరము. రంగుగల మృత్తులు విశిష్టమగు విచూషితవర్ణపటమును చూపును. అనగా అట్టి ప్రతిమృత్తుయొక్క వర్ణపటము నందును ప్రత్యేకమగు విచూషితపట్టికలు కననగును (చూ. వర్ణమాల ఫలకము). మే. వ. న.

**అపురూప వాయువులు :** చూ. జడవాయువులు.

**అభినతివర్తులము :** అయస్కాంత సూచి ఉత్తర, దక్షిణములవైపు చూపించుననువిషయమును, 17 వ శతాబ్దాదిని గిల్బర్ట్ అను భౌతిక విజ్ఞాని భూమికూడ ఒక పెద్ద అయస్కాంత మను సిద్ధాంతముచే వివరించెను. భూఅక్షమునకు 17°ల ఏటవాలులోనున్న పెద్ద శలాకాయస్కాంతమువలె భూమి ఆచరించుచున్నదనుకొనినచో భూమియొక్క అయస్కాంతత్వము మనకు తెల్లమగుచున్నది. అనగా, భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రాక్షము భూమియొక్క అక్షముతో ఏకీభవించలేదు.

అమెరికాఖండమును ఆవిష్కరించిన కొలంబస్ ఎల్లెడల తన అయస్కాంత సూచి ఒకే దిక్కును సూచించ దను విషయమును కనిపెట్టెను. ఉత్తరధ్రువమునుండి అయస్కాంత సూచి చూపించు మళ్లుదలకు 'అయస్కాంతవినమనము' (మాగ్నెటిక్ డిప్) అని పేరు.

అయస్కాంతసూచిని ఊర్ధ్వలంబాధారముపై ఉంచినపుడు అది సాధారణముగ ఉత్తర, దక్షిణములను చూపును. ఈ దిక్సూచన భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము ఎల్లెడల క్షితిజసమానాంతరముగ నున్నదను కొనుటకు అవకాశమిచ్చుచున్నది. కాని, భూమియొక్క అయస్కాంతక్షేత్రము చాలచోట్ల క్షితిజ సమానాంతరముగ లేదు. కాని, సాధారణ అయస్కాంతసూచి సూచనలో మనకు ప్రదర్శించబడునది భూమిఅయస్కాంత క్షేత్ర క్షితిజసమానాంతర ఘటకము. దీనికి లంబదిశలో ఒక ఊర్ధ్వ లంబఘటకముకూడ ఈ అయస్కాంతక్షేత్రమున కున్నట్లు మన మొకచిన్న పరికరముచే నిరూపించ వచ్చును. అయస్కాంత సూచిని క్షితిజ సమానాంతర అక్షముపై వ్రేలదీసిన, దాని ముల్లు క్షితిజ సమానాంతరదిక్కును సూచించదు. భూమిపై కొన్నిచోట్ల ఆ ముల్లు క్షితిజసమానాంతరరేఖక్రిందికి 70°ల కోణమువరకు



అభినతి వర్తులము

గూడ దిగునట్లు అగపడును. ఇట్టిసూచికి 'అభినతిసూచి' అని పేరు. ఈ సూచియొక్క అభినతికోణమును సూచించుటకు దాని వెనుకప్రక్క అంకితఅంగుళీయకాకార మానమొకటి తగిల్చియుండును. దీనికి అభినతివర్తులము అని పేరు.

జి. సు. రె.

**అభిసరణప్రేషము :** చూ. ద్రావణములు II ద్రవాభిసరణప్రేషము.

**అమెరిసియమ్ :** మూలద్రవ్యము. జి. టి. సీబార్గ్ ; ఆర్. ఎ. జేమ్స్ ; ఎల్. ఒ. మోర్గన్ అను అమెరికా భౌతిక విజ్ఞానులచే కృత్రిమంగా పరమాణు యంత్రముల నుండి సాధింపబడినది. దీని పరమాణ్వంకము 95; సంకేతము Am. పరమాణుభారము : 243 ఇది ఆక్టినియమ్ శ్రేణికి చెందియున్నది.

* * *

**అమోనియా :** చూ. నైట్రోజన్.

**అయన్‌లు - అయనీకరణము :** పరమాణు కేంద్రకము చుట్టు తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌లకు తగినంత శక్తినిచ్చినట్లయిన అవి పరమాణువునుండి విడిపోవును. అప్పుడు పరమాణువులో ధనవిద్యుదావేశము ఎక్కువయగును. అటువంటి స్థితిలోనున్న పరమాణువులను 'అయన్‌లు' అందురు. అట్లు అయనీకృతస్థితిలోనికి తెచ్చుపద్ధతికి 'అయనీకరణము' అని పేరు.

పరమాణువునుంచి ఒకే ఎలక్ట్రాన్‌ను తీసివేయగా 'ఏక అయనీ కృతము' అనియు, రెండింటిని తీసివేయగా 'ద్విఅయనీకృతము' అనియు, .... ఈ విధముగా పరమాణువు యొక్క ధనవిద్యుత్ పరిమాణమును గుర్తింతురు.

అయనీకరణసాధనములు : పైని వివరించిన అయనీకరణము అనేకవిధములుగ జరుపవచ్చును. ఇందులో ముఖ్యమైన పద్ధతులు 1. సంఘట్టనము ; 2. వికిరణపద్ధతి ; 3. వేడిమి మొదలైన ఇతరశక్తులు.

1. సంఘట్టన పద్ధతు లన్నిటికిని మూల సూత్రము : సాధారణ స్థితిలో నున్న పరమాణువులోని వివిధ ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకమునకు వివిధ పరిమాణముగల శక్తులతో సంధించబడి యుండును. స్థూలముగా చెప్పినప్పుడు ఈ శక్తి పరిమితి కేంద్రకమునకు, ఆ ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్‌కు గల దూరమునుబట్టి ఉండును. ఎలక్ట్రాన్‌కు, కేంద్రకమునకు గల దూరము హెచ్చుచున్న కొలది ఈ శక్తి తగ్గును. అన్నిటికన్న తక్కువబలముతో కేంద్రకమునకు బంధించబడిన ఎలక్ట్రాన్ అయనీకరణ కార్యమందు పరమాణువునుండి విడిపోయి పరమాణువు ఏకాయనీకృత మగును. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌నకు, కేంద్రకమునకు మధ్యనున్నశక్తి 'శ' అయినచో, దానిని పరమాణువు నుండి తీసివేయుటకు అధమము 'శ' శక్తిని వినియోగించవలయును. కనుక ఏ తీరుగనైనను పరమాణువునకు ఆ మాత్రము శక్తిని ఇచ్చినప్పుడే అది 'అయన్ అగును. అతివేగముగాచలించు ద్రవ్యరాశికి గతిశక్తి ఉన్నది. త్వరగా చలించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లు మొదలగు సహజ సూక్ష్మకణములు పైనిచెప్పబడిన 'శ' కు సమానమయినశక్తితో గాని ఆ పరమాణువును ఢీకొనినచో ఆ ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్ దానినుండి విడిపోవుటకు అవకాశము గలిగి ఆ పరమాణువు అయనీకృతమగును. ఈ పరిస్థితిని సంఘట్టనపద్ధతి అని చెప్పవచ్చును.

ఈ సంఘట్టన అనేకరీతులుగా సంభవింపవచ్చును. కనుక ఈ పద్ధతిని తిరిగి వివిధరకములుగ విభజింపవచ్చును.

వాయురూపములో నున్న ద్రవ్యరాశిలోని అణువులు అతిత్వరితముగాచలించు ఎలక్ట్రాన్‌లవల్లగాని, ఇతర అణువులవల్లగాని అయన్‌లు కావచ్చును. అతి త్వరితముగా చలించు ఎలక్ట్రాన్‌లను క్రింది విధముగా జనింప జేయవచ్చును. ఒక టంగ్‌స్టన్ తీగలో విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసిన మామూలు ఎలక్ట్రిక్ గోళమందువలె తీగ ప్రజ్వలించును. అట్టితీగనుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు పైకి చిమ్మబడును. ఆ వెలువడిన ఎలక్ట్రాన్‌లను ధనవిద్యుత్ క్షేత్రములోనికి పంపిన అవి త్వరితములై గమనశక్తిని చేకూర్చుకొనును. ఇట్టి గమనశక్తిగల ఎలక్ట్రాన్‌లను వాయుద్రవ్య పరమాణువులలోనికి ప్రసరింపజేసినప్పుడు అయనీకరణము సంభవించును. అందులకు కావలసిన పరిస్థితి : గమనశక్తి = 'శ'.

2. వికిరణ పద్ధతియందు ద్రవ్యముపై అనగా, పరమాణువులపై తగినంత శక్తిగల కిరణములు పడునట్లుచేసిన అయనీకరణము సంభవించును. ఇటువంటి పద్ధతికి ఉపకరించు ముఖ్యకిరణములు : (అ) X-కిరణములు ; (ఆ) $\gamma$-కిరణములు ; (ఇ) కాస్మిక్ కిరణములు. అప్పుడప్పుడు తీవ్రతమమైన అతినీలలోహితకిరణములను కూడ ఈ పనికై వాడవచ్చును. ఈ పద్ధతిలోని సిద్ధాంతమును క్లుప్తముగా క్రింది విధముగా పొందుపరుపవచ్చును. నేటి క్వాంటమ్ సిద్ధాంతరీత్యా ఒక కిరణ ప్రసారము యొక్క పౌనఃపున్యము $\nu$ అయినచో ఆ కిరణము యొక్క శక్తి E, క్రింది సమీకరణమువల్ల తెలియనగును :

$$E = h\nu$$

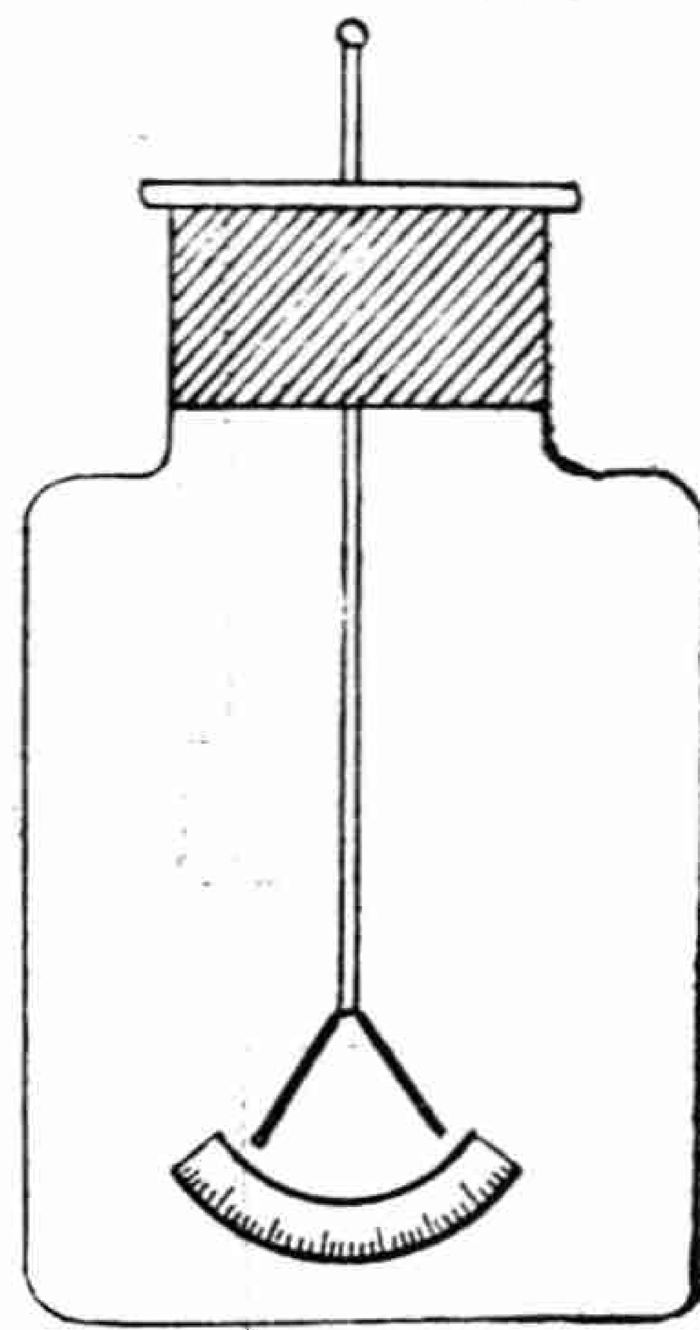
పై సమీకరణములో h అనునది ప్లాంక్ స్థిరాంకము. దానివిలువ $6{\cdot}61 \times 10^{-27}$ అర్గ్ సెకనులు. కనుక, ఒక ప్రత్యేకకిరణపు $\nu$, $\frac{E}{h}$ అను నిష్పత్తికి సమానమైనపుడు గాని, లేదా అంతకన్న ఎక్కువైనపుడుగాని ఆ రకపు

కిరణములు ఆ పరమాణువుపై ప్రసరించిన అయనీకరణము సంభవించునని సులభముగా గ్రహించవచ్చును. పైని చెప్పిన మూడురకముల (X - కిరణములు, γ-కిరణములు, కాస్మిక్ కిరణములు) కిరణముల పౌనఃపున్యము ఎక్కువగా నుండుటచే వీటి క్వాంటంశక్తి అయనీకరణమునకు అవకాశమిచ్చును.

వేడిమి పద్ధతులందు సాధారణ తాపక్రమపరిస్థితులలో వాయుద్రవ్యములు విద్యుత్‌శక్తిని ప్రవహింపనీయని అవిద్యుద్వాహకములుగా నుండును. ఉదాహరణమునకు ఒక గాజుగొట్టములో గాలిని తక్కువ ప్రేషమునందుంచి విద్యుత్ యంత్రమునకు మధ్య అమర్చి దానియందు ప్రవహించు విద్యుత్‌ప్రసారమును కొలుచు యంత్రము పెట్టినచో అందులో ప్రసారము ఏమియు అగుపించదు. కాని ఆనాళమును బున్‌సెన్‌జ్వాలతో తీవ్రముగా వేడిచేసిన, వేడెక్కినకొలది విద్యుత్‌ప్రసారము కనబడును. అంటే గాలియొక్క అవిద్యుద్వాహకగుణము తగ్గి, విద్యుద్వాహకగుణము హెచ్చిన దన్నమాట. దీనిసిద్ధాంతము నీరీతిగా వివరించవచ్చును. వాయుద్రవ్యములోని పరమాణువులు అనుక్షణము సంచరించుచు వేడిమి శక్తివలన గమనవేగము కలిగియుండును. కాని, సాధారణ తాపక్రమములవద్ద ఈ గమనశక్తి అయనీ కరణమునకు సరిపోయిన 'శ' అంత ఉండదు. కాని, ఆ వాయువును తీవ్రముగా వేడిచేసినకొలదియు పరమాణువుల గమనము త్వరితమై తగినంతఉష్ణతాశక్తి కలిగినప్పుడు ఈ గమనశక్తి అయనీకరణమునకు సరిపోయినంత హెచ్చయి, ఆ స్థితిలో కొన్ని పరమాణువులు ఢీకొని తమ ఎలక్ట్రాన్‌లను పోగొట్టుకొనును. అందుచే అవి అయన్‌లుగా మారును. అయన్‌లు విద్యుదావిష్టములగుటచే ఇందు ధనవిద్యుదావిష్టములు ఋణవిద్యుదగ్రమువైపును, ఋణవిద్యుదావిష్టములు ధనవిద్యుదగ్రమువైపును పయనించును. ఇదియే విద్యుత్ ప్రవాహమగుటచే వేడిమివలన అయనీకరణము జరిగినదని చెప్పవచ్చును.

**అయన్ ప్రవాహము :** పైని ఉదహరించిన ప్రయోగములలో అయనీకరణము వలన విద్యుత్‌ప్రవాహము కలుగునని తెలిసినది. దీనినే అయనీకరణప్రవాహ మందురు. వివిధ పద్ధతులలో అయనీకరణము జరిగినప్పుడు సంభవించు అయన్‌లను తగిన విద్యుత్ క్షేత్రములో ఉంచినట్లైన ఈ అయన్‌ప్రవాహము సంభవించును. అది కొలుచుటకు కొన్ని ముఖ్య సాధనలగురించి కొంతవరకు క్లుప్తముగా తెలిసికొనుట అవశ్యకము. ఆ మాపకములలో మొట్టమొదటిది స్వర్ణపత్రవిద్యుద్దర్శని (పటము చూడుడు).

ఈ పరికరములో ముఖ్యభాగము నిలువుగాఉన్న ఇత్తడి కడ్డీ. దీని పైకొన ఒక గుండువలె ఉండును. దాని క్రింది చివరను రెండు పలుచని బంగారురేకులు ఉండును. ఈ కడ్డీ ఒక గాజుపాత్రలో నుండును. ధాతువునకును, ఇత్తడి కడ్డీకి విద్యుత్ సంబంధము లేకుండా అది ఎబొనైట్ బిరడాగుండ దోపబడియున్నది. దీని నుపయోగించు విధానము చాల సులభగ్రాహ్యము. మొదట ఇత్తడి గుండును విద్యుదావిష్టమైన ఇతర వస్తువుతో తాకిన బంగారు రేకులు రెండును దూరముగా విడిపోవును. దానికి కారణము రెండును సమావిష్టమగుటయే. ఈ రేకులు ఎంతదూరము జరిగినవో తెలియచేయుటకై ఎదురుగా ఒక స్కేలు ఉన్నది.



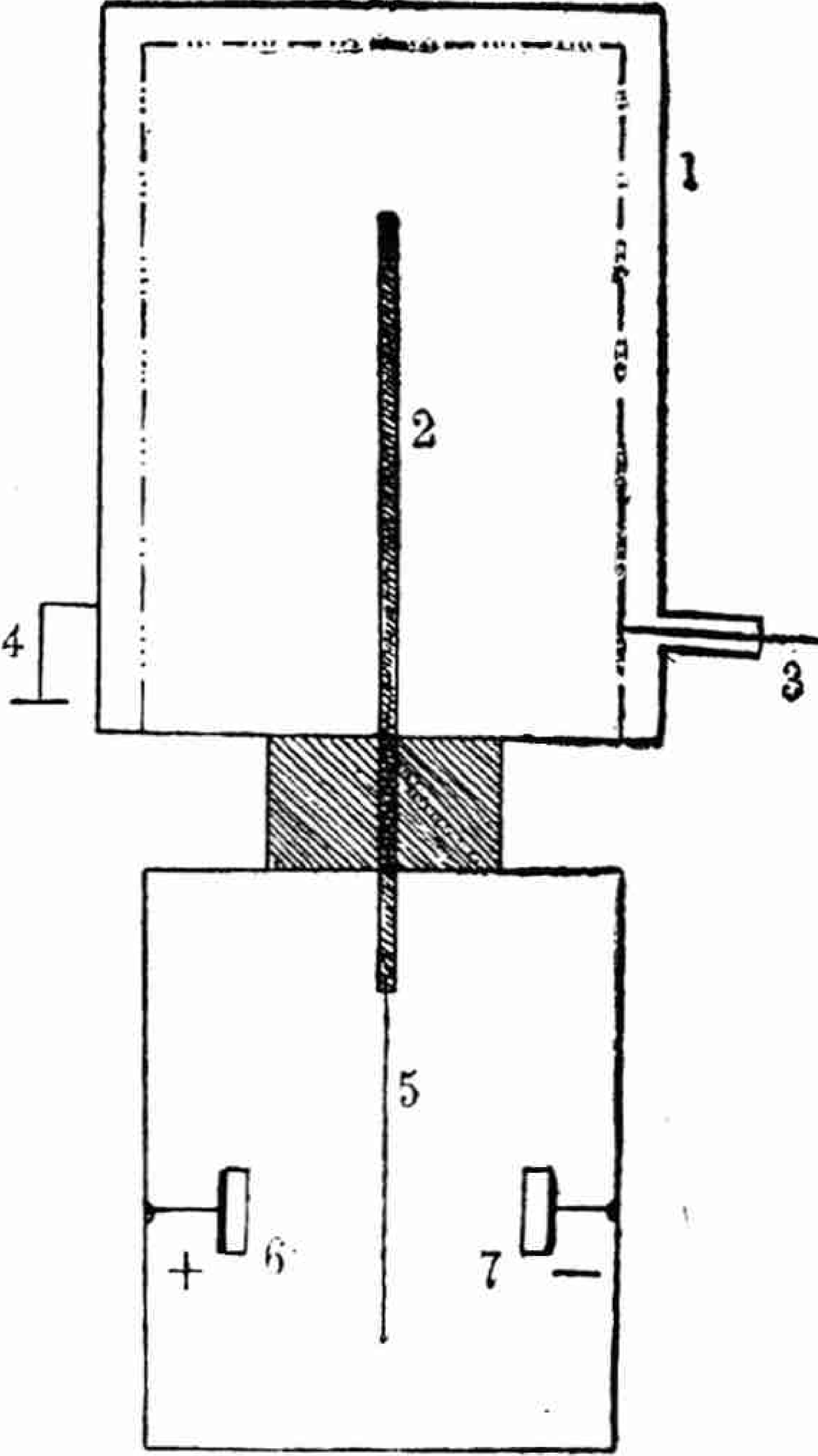
I స్వర్ణపత్రవిద్యుద్దర్శని

గాజుపాత్రలో సాధారణస్థితిలో గాలిగాని, ఇతర వాయుద్రవ్యముగాని ఉండిన అది విద్యుత్ ప్రసరణకు ప్రతికూలగుణము కలదగుటచేత రేకులురెండును విడివిడిగనే యుండును. కాని, ఆ గాజుపాత్రవద్దకు ఏదైన రేడియో ధార్మిక వస్తువు తెచ్చినను, లేదా అందులోని వాయువును X - కిరణములకుగాని, గామాకిరణములకుగాని గురిచేసినను లేదా, పైని వివరించినట్లు ఇతర విధముల అయనీకరణము కలుగజేసినను అయన్ ప్రవాహము కొంత ప్రవహించుటచేత రేకులమీద విద్యుత్ ప్రేషము ఆ అయనీకరణ తీక్ష్ణత ననుసరించి క్రమముగానో, ఆకస్మికముగానో తగ్గిపోయి రెండు రేకులును తిరిగి దగ్గరకు చేరుకొనును. ఇందువలన అయన్‌ప్రవాహమును కొలువవచ్చును.

ఇక 20 వ శతాబ్దపు ప్రయోగవిచిత్రములలో ఒకటి అయిన మరొక యంత్రముకూడ ఉన్నది. కంటికి అగుపడని అతిసూక్ష్మ పరిమాణములోనున్న ఈ అయన్‌లను గురించి దీనితో అనేక ప్రయోగములు శాస్త్రజ్ఞులు చేసినారు. దీనిని అయనీకరణమందిరము అందురు (ప్రక్క పుటలోని II వ పటమును చూడుడు).

1 అనునది అయనీకరణప్రయోగములందు వాయువు లుండెడి పేటిక. ఆ పేటికగోడలకు తగలకుండా అందులో చుక్కలగీతలతో కనపర్చిన తీగవల యుండును. అధిక

ప్రేషవిద్యుద్ఘటమాలయొక్క ధనవిద్యుత్ధ్రువము 3 వద్ద ఆ తీగ వలకు కలుపబడియుండును. పాత్ర వెలుపలిగోడ భూమికి (4) కలప బడియుండుటచే దానివిద్యుచ్ఛక్తి శూన్యముగా నుండును. ఇందులో మధ్యగా ఒక కడ్డీ (2) అమర్చ బడియుండును. దాని చివర 5 అన్న సన్నటి క్వార్ట్జ్ తీగతగు మాత్రముగా పట్టి లాగియుండును. ఆ తీగకు రెండు ప్రక్కలను 6, 7, అన్న ప్లేట్లు విరుద్ధ విద్యుచ్ఛక్మ లను కలిగియుండును.




II అయనీకరణమందిరము
1. వాయువులుండే పేటిక, 2. కడ్డీ, 3. ధనవిద్యుత్ధ్రువము, 4. ఎర్త్, 5. క్వార్ట్జ్ తీగ, 6, 7. విరుద్ధ విద్యుచ్ఛక్మగల ప్లేటులు.

పై పాత్రలో అయనీకరణము సంభవించిన అందుమూలముగా క్వార్ట్జ్ తీగకు విద్యుత్తు ఆవహించును. దాని ధన, ఋణ నైజములను బట్టి అది కొద్దిగా నొక ప్లేటు ప్రక్కకు ఒరుగును. అది ఎంత ఒరిగినదో తెలిసికొనుటకు పైని సున్నితమైన కొలతలు చేయకల మైక్రోస్కోపు అమర్చపడియుండును.

పై పరికరము చాల సున్నితము అగుటవలన అయనీకరణ ప్రయోగములలో చాల ఉపయోగకరముగ నున్నది. రా. వెం. సుం.

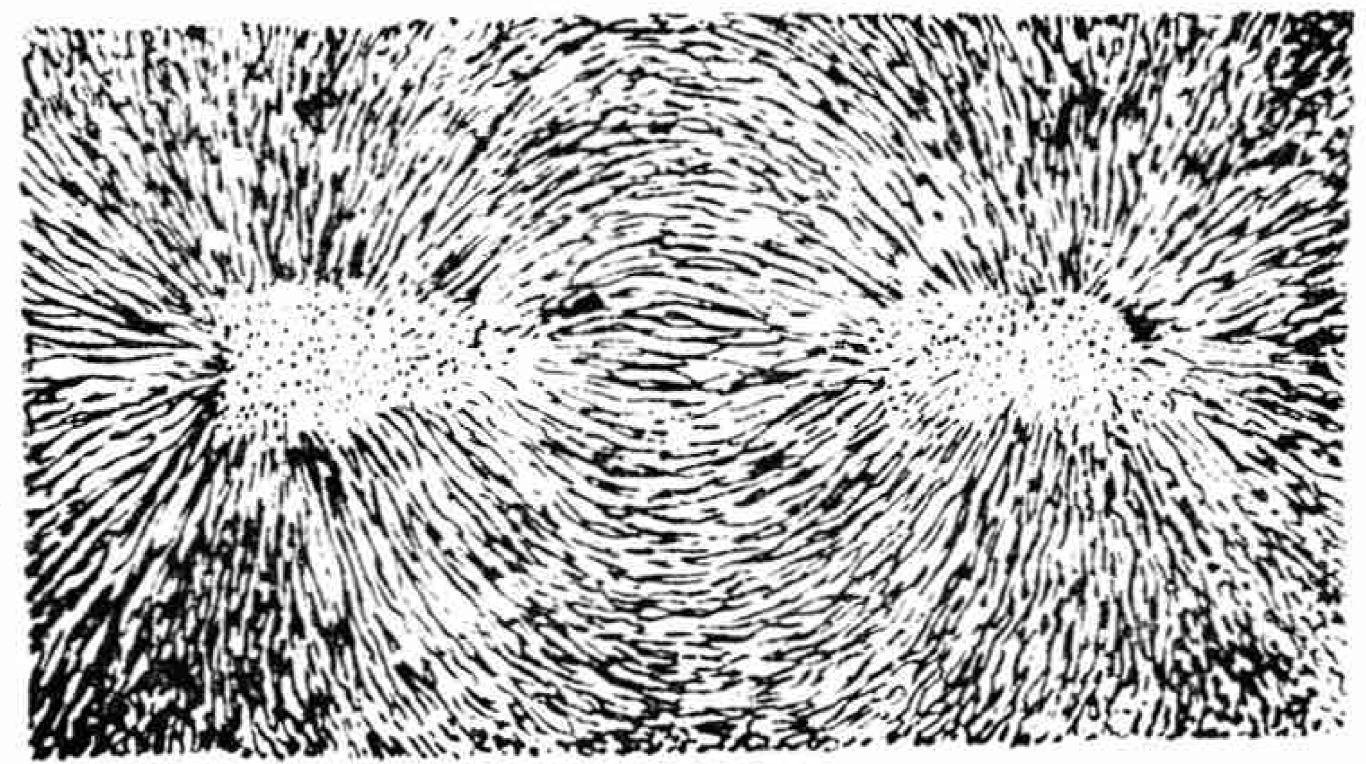
**అయన్ సిద్ధాంతము** : చూ. విద్యుద్రాసాయనిక శాస్త్రము I

**అయస్కాంత క్షేత్రము** : క్రీస్తుశకమునకు కొన్ని శతాబ్దముల పూర్వమే ఇనుమును ఆకర్షించుశక్తి లోహకాంతమునకు కలదని గ్రీక్‌లు తెలుసుకొనిరి. లోహకాంతరాపిడిచే ఉక్కుముక్క కూడా ఇనుమును ఆకర్షించుటను పూర్వులు గమనించిరి. కృత్రిమ అయస్కాంతములను తయారుచేయుటకు గట్టి ఉక్కు అతిశ్రేష్ఠమైన దని 1729 లో 'సెర్వింగ్టన్ సావరీ' కనుగొనెను. అందుచే అయస్కాంత లక్షణములలో ముఖ్యమైనదొకటి ఇనుమునాకర్షించుట.

అయస్కాంతము, ఇనుపముక్క ఒకదానినొకటి తాకకుండ నున్నప్పటికినీ, అయస్కాంతముచుట్టునున్న క్షేత్రములోనున్న ఇనుపముక్కను అయస్కాంత మాకర్షించును. దీనినే 'దూరక్రియ' అందురు. అయస్కాంత క్షేత్రముయొక్క ఉనికిని, దాని లక్షణములను ఇనుపరజను సహాయమునగాని, అయస్కాంతసూచి సహాయమున గాని గ్రహింపవచ్చును. ఇందు మొదటిపద్ధతి: ఒక చదునైనబల్లపై సన్నని ఇనుపరజనును పరచి దానిపై ఒక అయస్కాంతమును పెట్టి, పిమ్మట బల్లను నెమ్మదిగా చేతివ్రేళ్లతో తట్టినచో, బల్లపైనున్న ఇనుపరజనులో కొంత భాగము అయస్కాంతధ్రువములవద్ద సంకులముగా చేరుకొనును. మరికొంత భాగము రేఖలుగా సర్దుకొనును. ఈ రేఖలకు 'అయస్కాంతబలరేఖ' లని పేరు. అయస్కాంతపు బలరేఖలు అన్నిదిశలకును వ్యాపించు ననియు, అవి అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమువద్ద ప్రారంభమై, దక్షిణ ధ్రువముచెంత అంతమొందుననియు ఫారడే ఊహించెను.

ఎట్టి యానకము సహాయము లేకుండ అయస్కాంత ధ్రువములు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనును, అపకర్షించుకొనును అను భావము ఫారడేకు అభిమతము కాలేదు. అందుచే అయస్కాంతబలరేఖలచే నిండియున్న ప్రదేశమొకటి అయస్కాంతమును చుట్టి ఉండునని ఫారడే ఊహించెను.

అయస్కాంత బలరేఖలవలన అయస్కాంతక్షేత్రపు దిశను, అక్కడ ఆ క్షేత్రపు తీక్ష్ణతను తెలిసికొనవచ్చును.



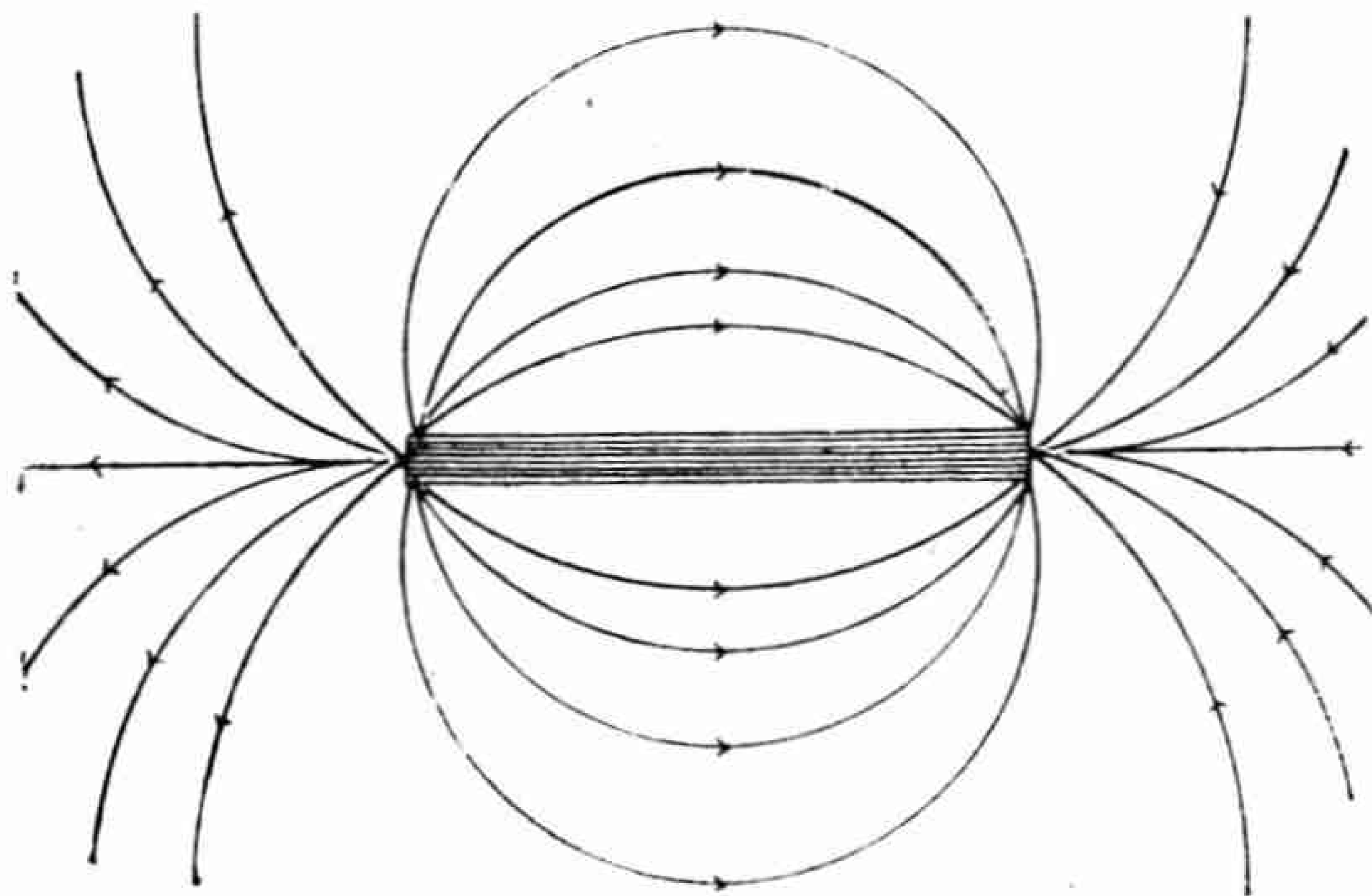
అయస్కాంతము చుట్టును ఇనుపరజను అమరిక

ఒక బిందువువద్ద ఏదైనను ఒక అయస్కాంతమునకు సంబంధించిన క్షేత్రదిశ ఎట్లున్నదో కనుగొనవలెనన్నచో ఆ బిందువుగుండ పోవుచున్న అయస్కాంతమునకు చెందిన బలరేఖను గుర్తించవలెను. పిమ్మట ఆ బిందువువద్ద ఆ బలరేఖ కొరకు 'స్పర్శరేఖ' ను గీయవలెను. ఈ స్పర్శరేఖ యొక్క దిశయే అక్కడ ఆ అయస్కాంతక్షేత్రపు దిశ

ఆప్రదేశములోని బలరేఖల సాంద్రత అక్కడి అయస్కాంత క్షేత్రతీక్ష్ణతను సూచించును. అనగా, అయస్కాంతబల రేఖలు ఎక్కడ ఎక్కువగా గుమిగూడి యుండునో అక్కడ అయస్కాంత క్షేత్రతీక్ష్ణత హెచ్చనియు, ఎక్కడ బలరేఖలు పలుచగ నుండునో అక్కడ తక్కువనియు అర్థము. దీనిని బట్టి అయస్కాంత క్షేత్రబలము అయస్కాంతధ్రువముల చెంత గరిష్ఠపరిమాణమును పొందియుండునని స్పష్టమగును.

అయస్కాంత క్షేత్రములోని ఒక బిందువువద్ద అయస్కాంతపుశక్తిని లెక్కించగలిగినచో అక్కడ అయస్కాంత క్షేత్రతీక్ష్ణతను నిర్ణయించవచ్చును. అయస్కాంతశక్తి యొక్క యూనిట్‌కు 'గాస్' అని పేరు. ఏ బిందువు దగ్గర ఒక యూనిట్ ధ్రువము ఒక 'డైన్' యాంత్రికశక్తితో అపకర్షించబడునో ఆ బిందువువద్ద అయస్కాంత క్షేత్ర తీక్ష్ణతను ఒక గాస్ అని వ్యవహరింతురు. అట్లే ఒకబిందువు వద్ద m శక్తిగల ధ్రువము m డైన్‌ల యంత్రశక్తితో అపకర్షించబడిన, ఆ బిందువువద్ద అయస్కాంతపుశక్తి H గాస్ లందురు. బలవత్తరమైన అయస్కాంతధ్రువముల మధ్య నున్న క్షేత్రములు బలవత్తరమైన అయస్కాంత క్షేత్రములు.

ఒక అయస్కాంతక్షేత్రపు బలరేఖలను ఇనుపరజను కంటెనుగూడ బాగుగ చిన్నఅయస్కాంతసూచి సహాయమున గుర్తింపవచ్చును. అయస్కాంతసమీపమున అయస్కాంత సూచినుంచి, అది చూపు దిశను ఒక రేఖద్వారా గుర్తించవలెను. ఆ రేఖ ఒక కొనవద్ద అయస్కాంతసూచి



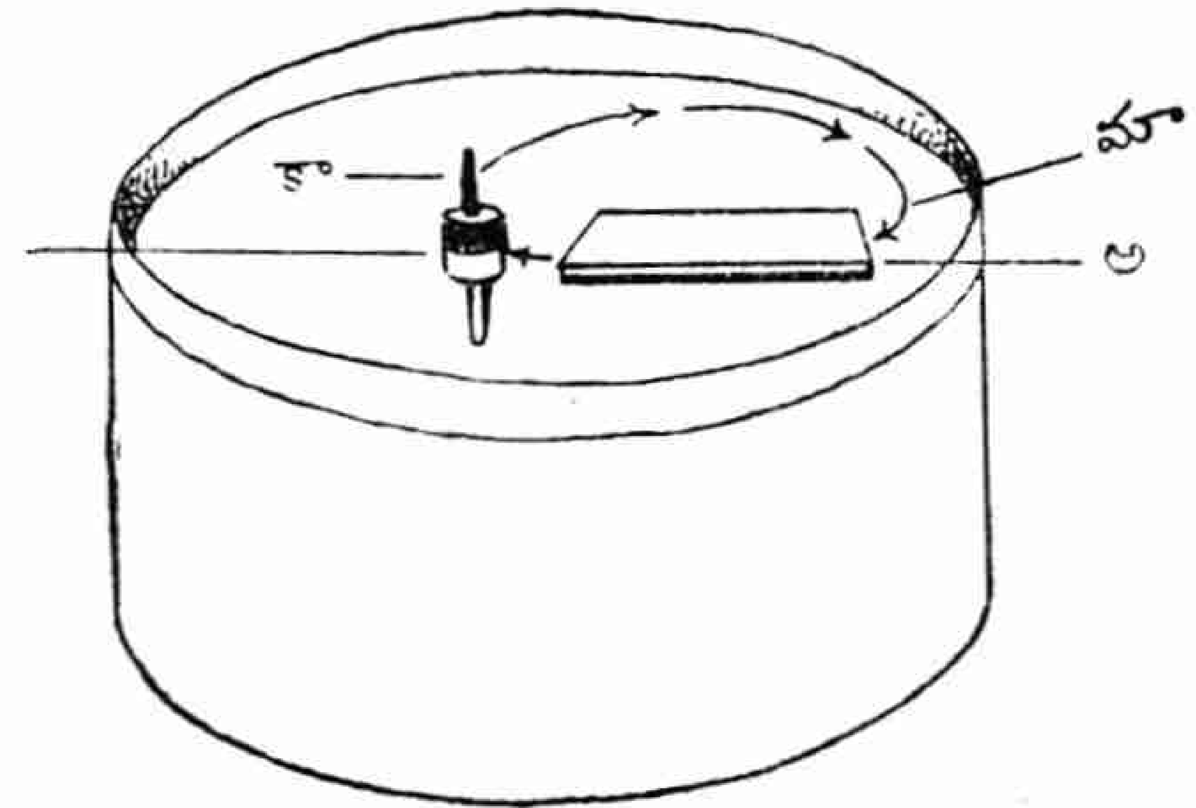
అయస్కాంత క్షేత్రబలరేఖలు

మరలఉంచి, అది అప్పుడుచూపుదిశను మరొక రేఖద్వారా గుర్తించవలెను. ఈ విధముగ గుర్తించినపుడు లభ్యమగు రేఖలు అయస్కాంతక్షేత్రమునకు చెందిన బలరేఖలు పై పటములో చూపినట్లుండును.

అయస్కాంత క్షేత్రములలో సమరూప క్షేత్రములు, విషమరూప క్షేత్రములు అని రెండురకము లున్నవి. ఏ అయస్కాంత క్షేత్రములోని బలరేఖలన్నియును సరళముగను, ఒకదానికొకటి సమాంతరముగ నుండునో, అవి ఒకచోట గుమిగూడక, వేరొకచోట పల్చబడక క్షేత్రమందంతటను సమానసాంద్రముగ నుండునో అట్టి క్షేత్రమును 'సమరూప క్షేత్ర' మని పేర్కొందురు. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణము భూమి యొక్క క్షైతిజక్షేత్రము.

సమరూపక్షేత్రము కానిది విషమరూపక్షేత్రము. ఒక శలాకాయస్కాంతమునకుగాని, గుర్రపునాడు అయస్కాంతమునకుగాని చెందిన అయస్కాంతక్షేత్రములు విషమరూపక్షేత్రములు. ద్విధ్రువము యొక్క క్షేత్రము గూడ విషమరూపక్షేత్రమే. భూమి, శలాకాయస్కాంతము - వీటి సంయుక్త క్షేత్రములు గూడ విషమరూపములే. ముందు పుటలో నున్న పటములలోఆయా క్షేత్రములందు బలరేఖ లే రీతిగా వ్యాపించియున్నవో చూడవచ్చును.

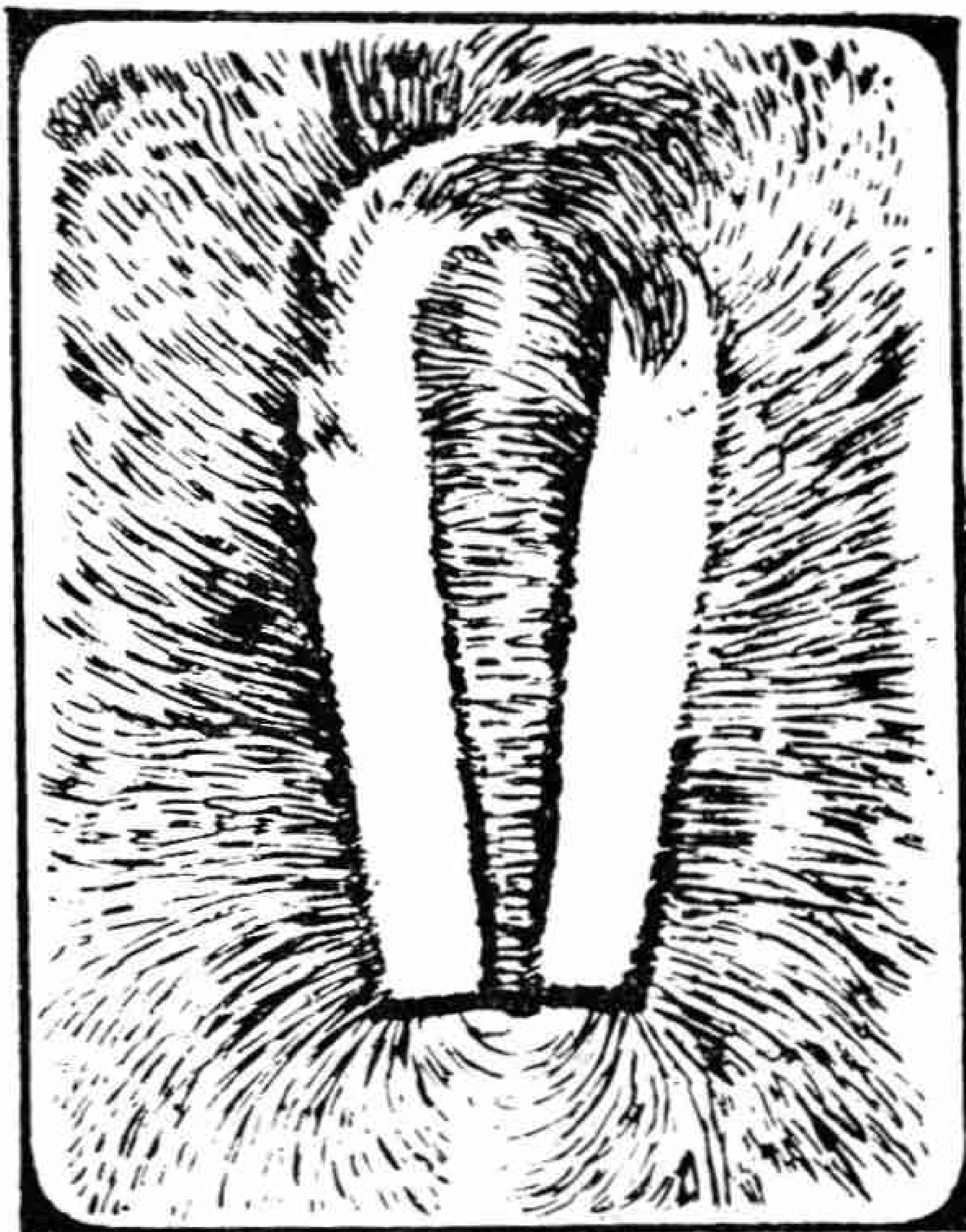
**బలరేఖ లక్షణములు :** (i) ఒక అయస్కాంత క్షేత్రములో చిన్నఅయస్కాంతసూచి నుంచినప్పుడు, దాని



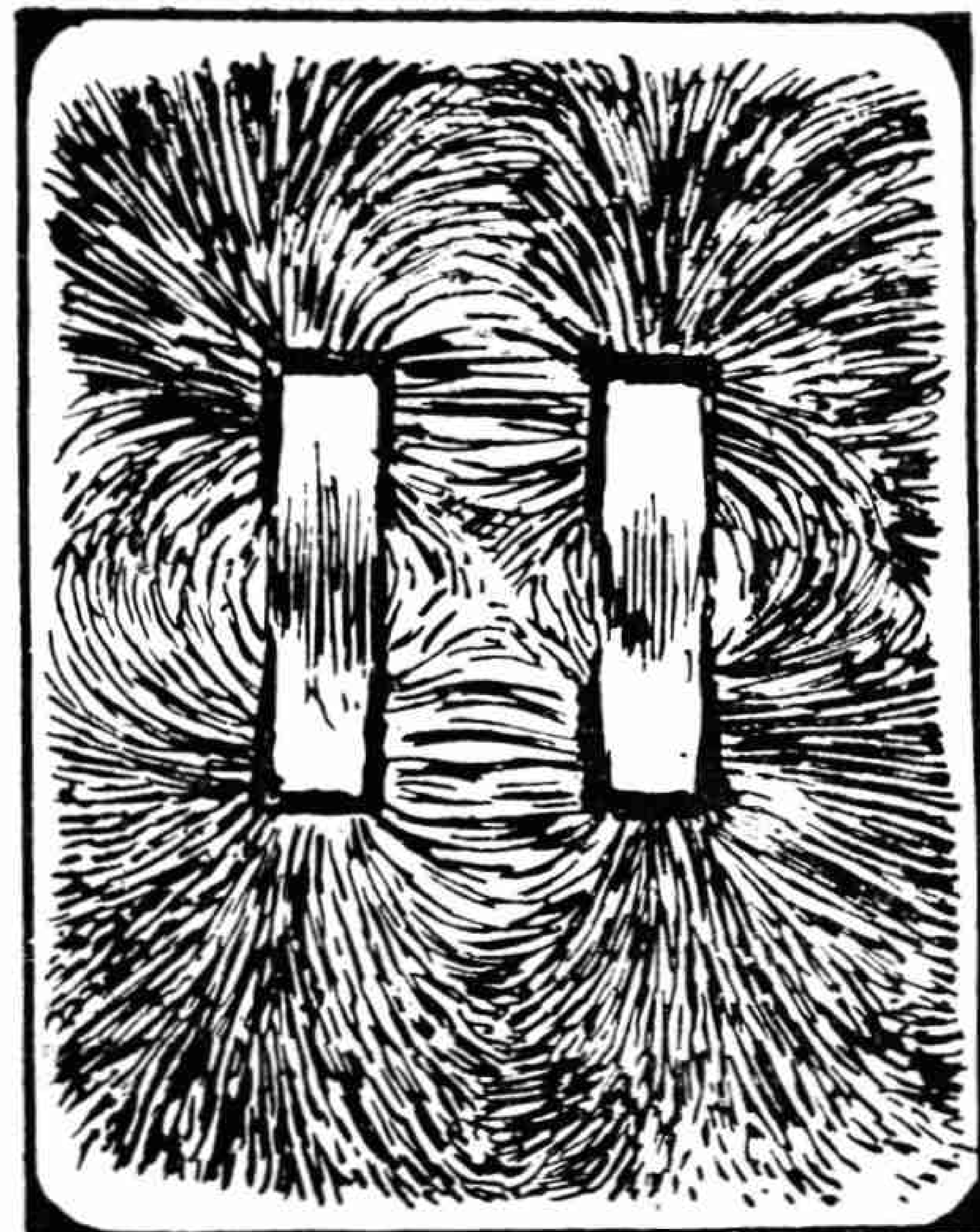

అ. అయస్కాంతము, మా. మార్గము,
కా. బీలుగు బెండు కార్కు

ఉత్తర ధ్రువము ఏ దిశను సూచించునో దానిని బలరేఖ యొక్క దిశగా పరిగణించుట సంప్రదాయము. బలరేఖ ఎల్లవేళల ఉత్తరధ్రువమునుండి బయలుదేరి దక్షిణ ధ్రువమువద్ద అంతమొందును. ఈ విషయమును క్రింది ప్రయోగము సహాయమున సులభముగ బోధపరుచుకొనవచ్చును.

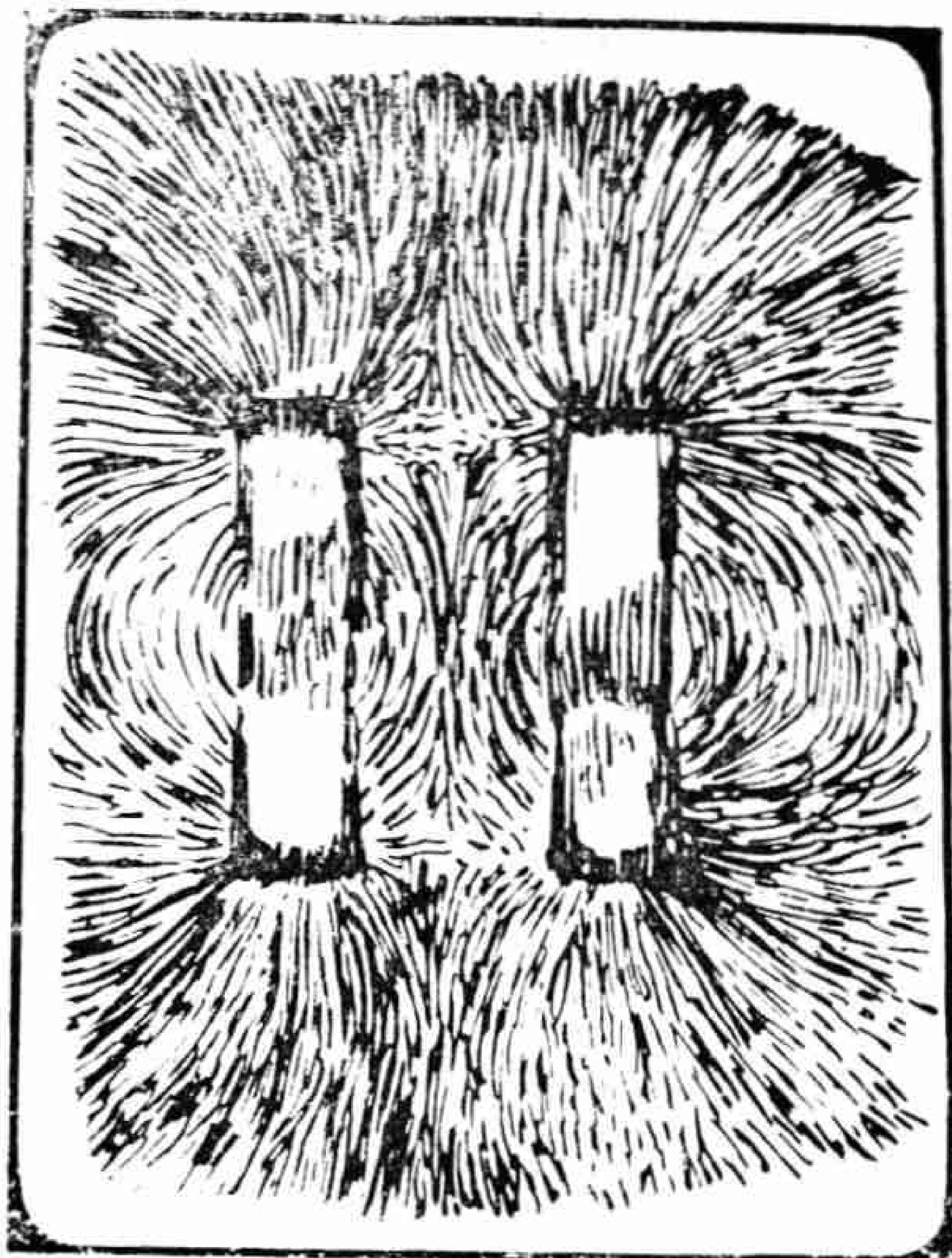
ఒక అయస్కాంతసూచిని బీలుగుబెండునకు ఊర్ధ్వముగ గుచ్చి నీటిపై తేల్చుము. తరువాత దానిని నీటిపైనున్న దండాయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమువద్దకు తీసికొనివచ్చి వదులుము. అది దక్షిణధ్రువమువద్దకు ఋజుమార్గమున పోక క్రిందిపటములో చూపినట్లు వక్రముగనున్న బలరేఖ ద్వారా పోవును. అందుచేత బలరేఖ ఉత్తరధ్రువమునుండి బయలుదేరి దక్షిణధ్రువమువద్ద అంతమొందునట్లు కనిపించును.



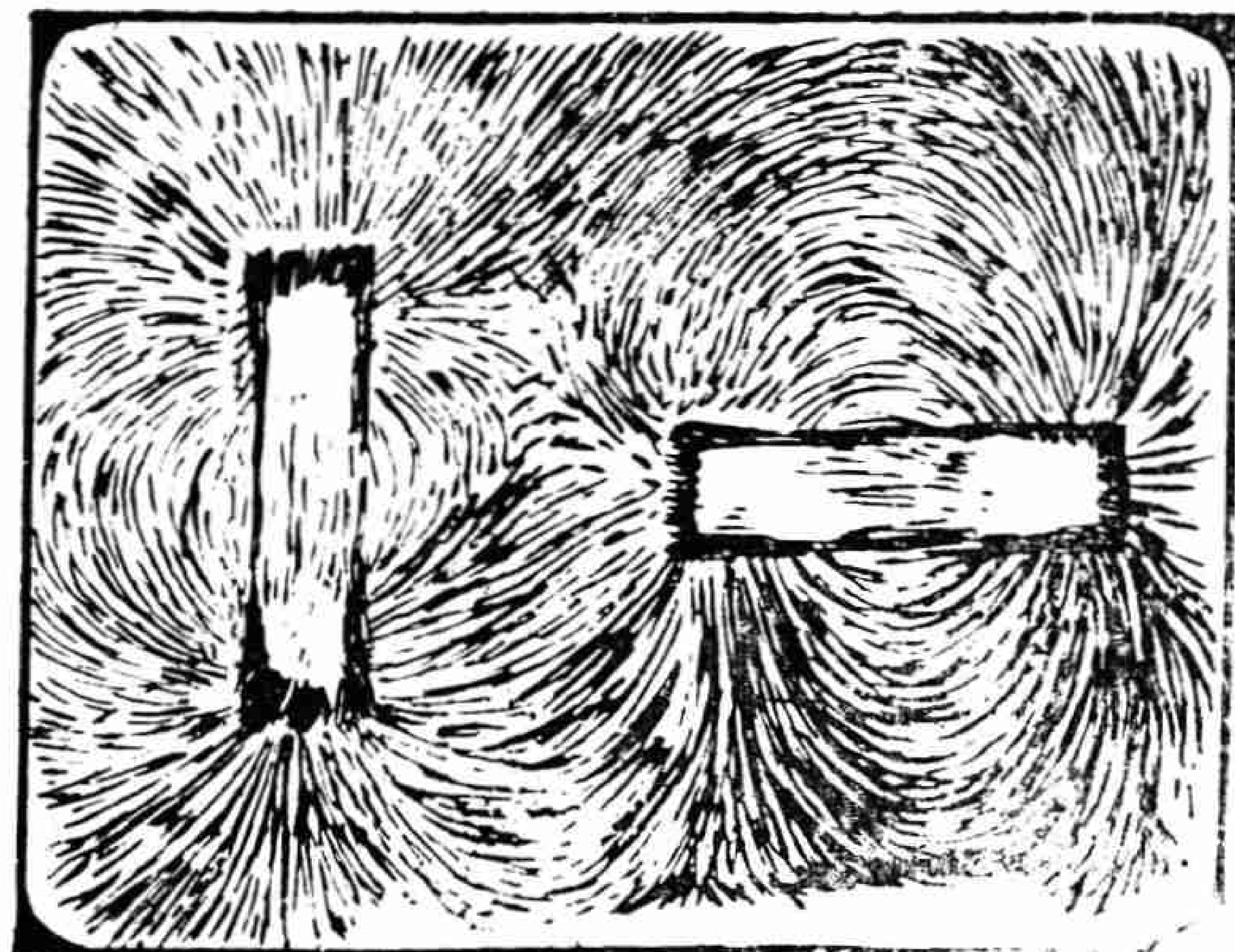
గుర్రపునాడు అయస్కాంతము



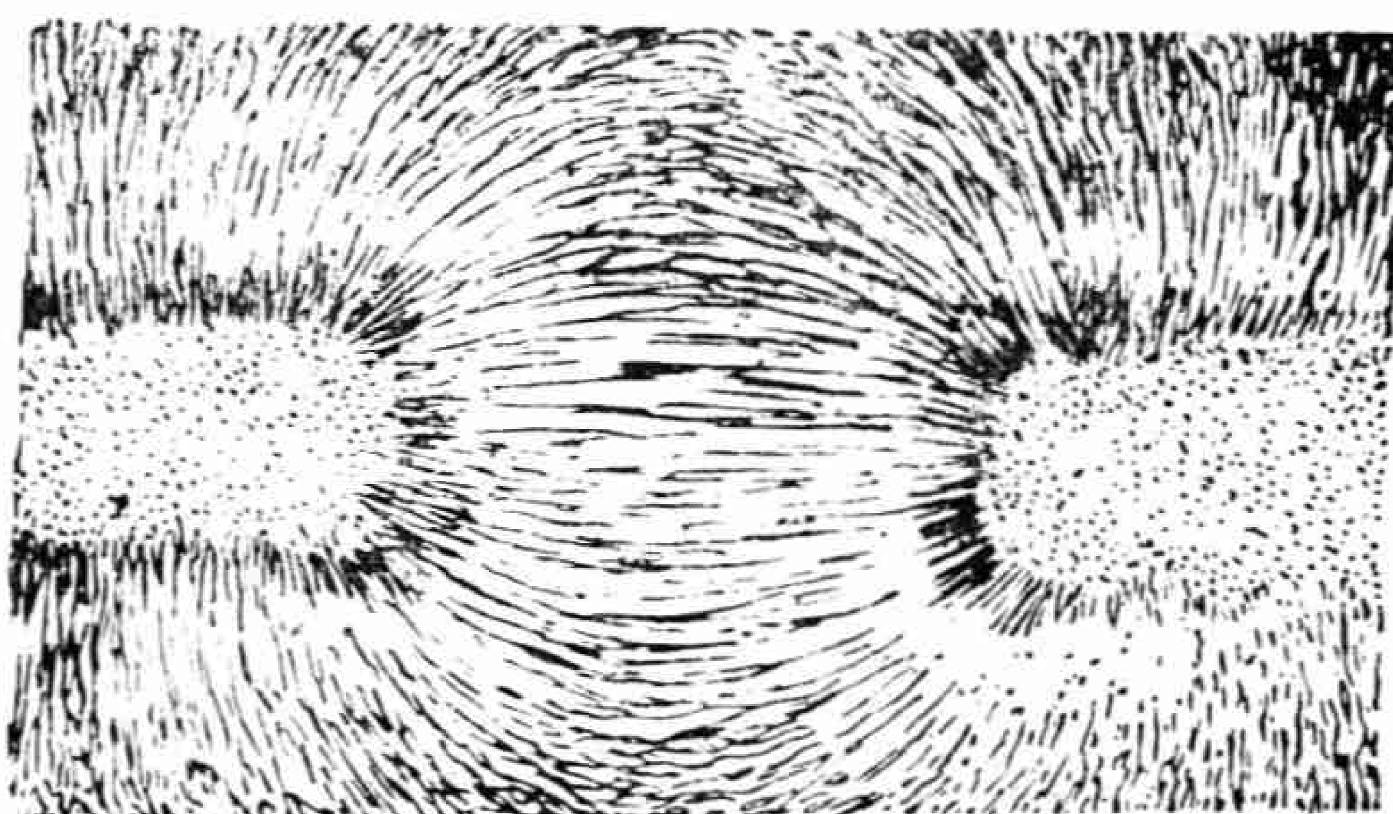
సరూపధ్రువములకూడకలిగిన రెండు
శలాకాయస్కాంతముల బలరేఖలు



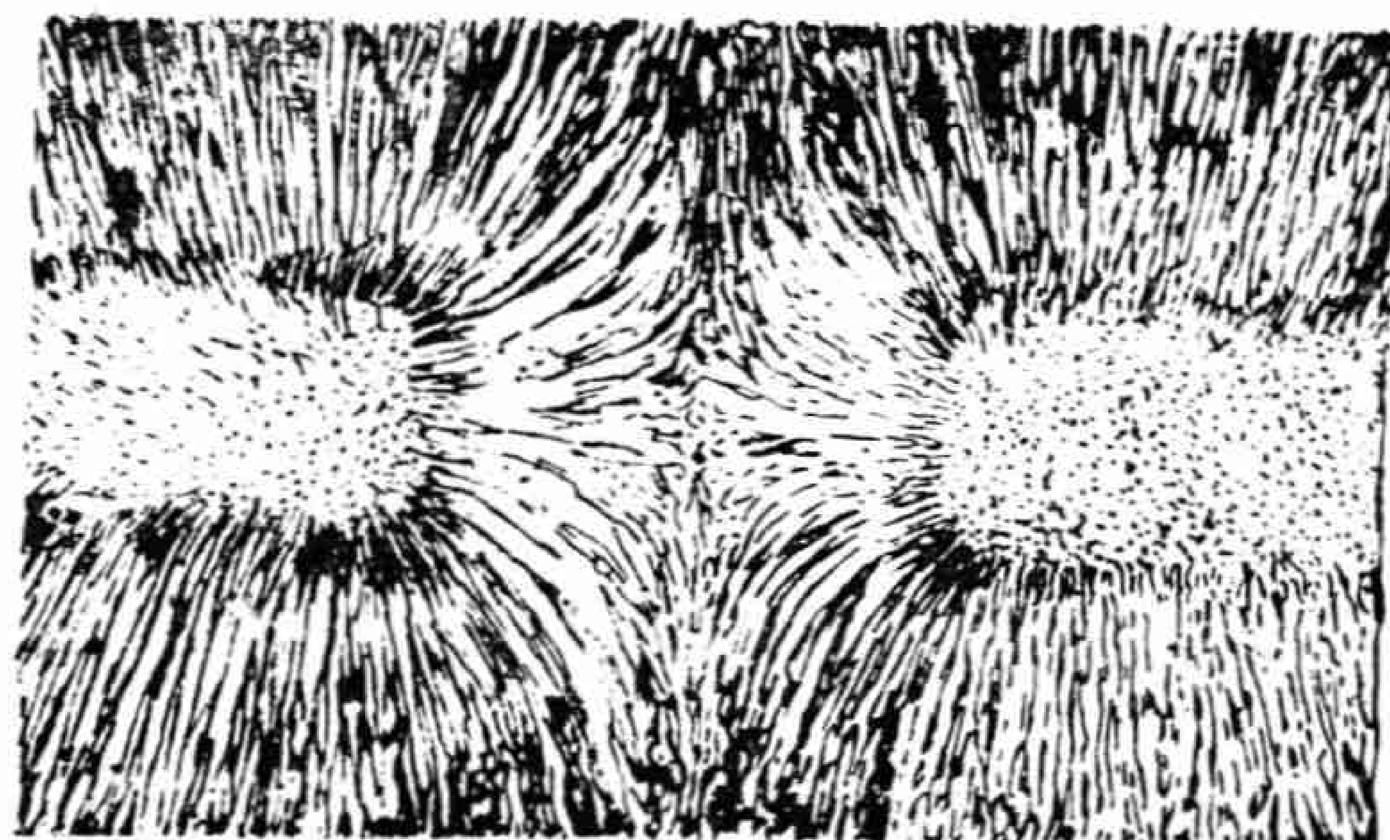
విరుద్ధధ్రువములకూడికగలిగిన రెండు
శలాకాయస్కాంతముల బలరేఖలు



ఒకదానికొకటి లంబముగానున్న రెండు
శలాకాయస్కాంతముల బలరేఖలు



విరుద్ధధ్రువముల మధ్య బలరేఖలు



సరూపధ్రువముల బలరేఖలు

(ii) ఒకే అయస్కాంత క్షేత్రమునకు చెందిన రెండు బలరేఖలు ఒకదానినొకటి ఖండించుకొనవు.

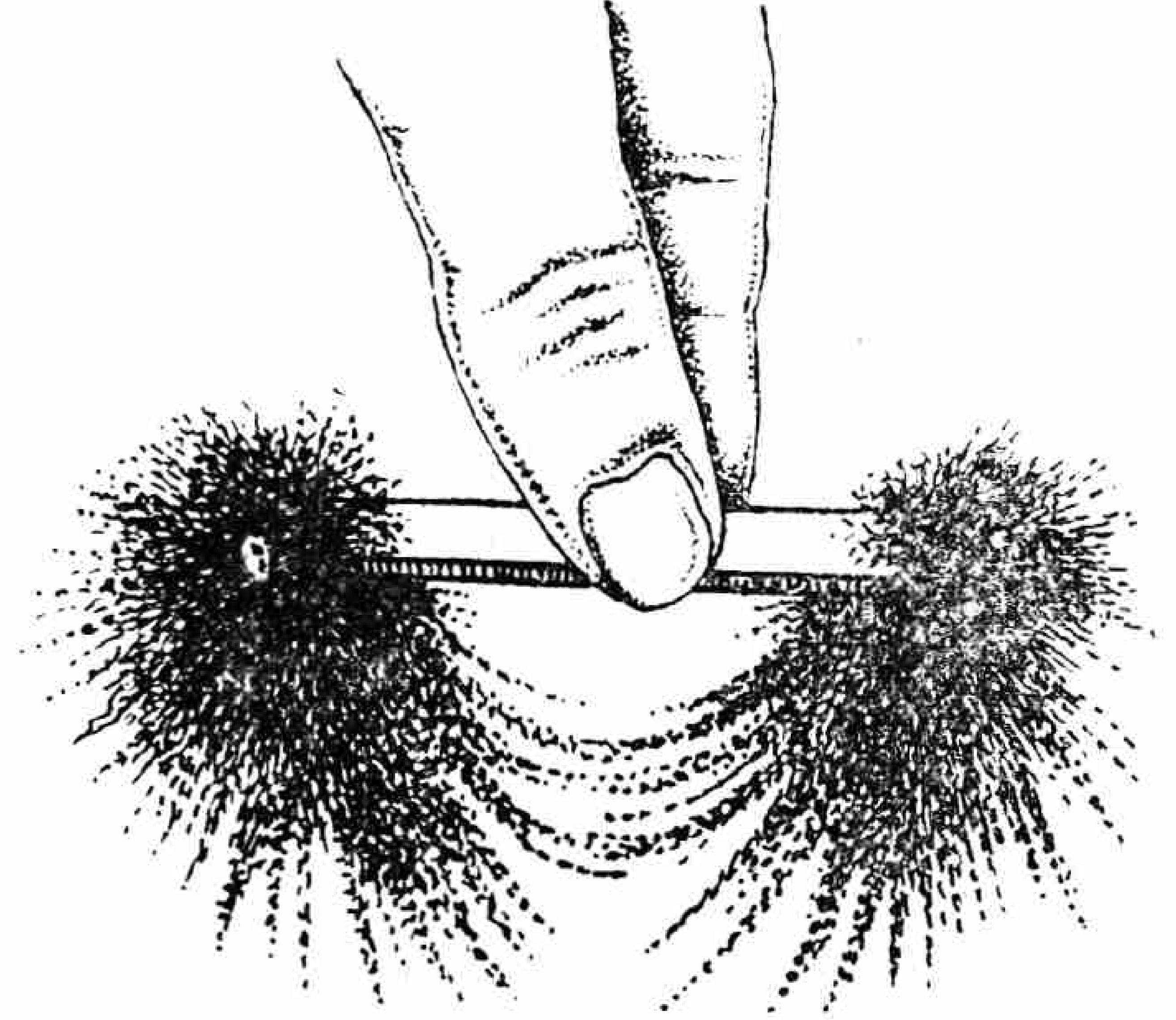
**అయస్కాంతధ్రువముల లక్షణములు :** i. అయస్కాంతపు ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువములను విడదీయుట అసంభవము. ఒక అయస్కాంతమును రెండు ముక్కలుగా చేసిననూ, తిరిగి ఆ రెండు ముక్కలునూ ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువములను కలిగియుండును. ii. విజాతీయ ధ్రువములు ఆకర్షించుకొనును; సజాతీయ ధ్రువములు అపకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణ (అపకర్షణ) బలము (a) ఆ రెండు ధ్రువముల బలముల గుణ్యమునకు అనులోమముగను, (b) ఆ రెండు ధ్రువముల మధ్యనున్న దూరపువర్గమునకు విలోమముగను ఉండును. అందుచే అయస్కాంతబలరేఖలు రబ్బరుత్రాడువలె అనుదైర్ఘ్యముగా సంకోచించుచు, వ్యాకోచించుచు నుండును.

అయస్కాంత సమీపముననేగాక, విద్యుత్ప్రవాహము చుట్టుగూడ అయస్కాంత క్షేత్రము గలదు. ఈ సత్యమును మొట్టమొదట డేనిష్‌శాస్త్రవేత్త అర్‌స్టెడ్ 1819 లో కనుగొనెను. ఈ అయస్కాంత క్షేత్రము గూడ, అయస్కాంతముచుట్టునుండు అయస్కాంత క్షేత్రపు లక్షణములను కలిగియుండును (చూ. అయస్కాంతము). కే. తా.

**అయస్కాంతము :** ఆసియామైనరులోని మగ్నీషియారాష్ట్రమందు లభించే కొన్ని ఇనుపఖనిజపు ముక్కలకు ఇనుమును ఆకర్షించేగుణ మున్నదని చాలకాలము క్రిందటనే తెలిసినది. ఈ గుణమునుబట్టి ఆ ఇనుపఖనిజమునకు 'అయస్కాంతము'ను పేరు వచ్చినది. మగ్నీషియా రాష్ట్రమున దొరకుటచే దానికి 'మాగ్నెట్' అనియును, దాని స్వభావమునకు 'మాగ్నెటిజమ్' అనియు నామకరణము చేసిరి. ఈ ఖనిజము యొక్క రాసాయనికరచన $Fe_3O_4$. దీనియందు ఇనుము యొక్క FeO, $Fe_2O_3$ ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్, ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ అను రెండు ఆక్సైడ్ లున్నవి. అయస్కాంతమునకు ఇనుము నాకర్షించులక్షణమే గాక మరియొక ముఖ్యలక్షణముకూడ కలదు. పురిలేని పట్టుదారముతో వ్రేలాడగట్టినయెడల అది ఉత్తరదక్షిణములను చూపును. ఈ గుణమునుబట్టి సముద్రముపై దిక్కులు చూపుటకు దిక్సూచిగ వాడుకలోనున్నది. ఈ లక్షణముచే ఈ ఇనుప ఖనిజమునకు దిగ్దర్శకము అనుపేరు కల్గినది. దీనినే సూదంటురాయి (లోడ్‌స్టోన్) అనుట కూడ కద్దు.

స్వాభావిక అయస్కాంతమునకు నియతాకారముండదు. ఉక్కుకడ్డీమీద స్వాభావిక అయస్కాంతమును ఒకవైపు నుండి మరియొకవైపునకు కొన్ని పర్యాయములు రాచినచో ఆ ఉక్కుకడ్డీయందు అయస్కాంతలక్షణములు ఉద్భవించును. ఇట్టి అయస్కాంతమును కృత్రిమ అయస్కాంతము అందురు. కృత్రిమఅయస్కాంతములను విద్యుత్ప్రేరేపణచే కూడ తయారుచేయవచ్చును. కృత్రిమ అయస్కాంతములను మన ఇచ్ఛవచ్చిన ఆకృతిలో తయారొనరించుకొనవచ్చును. సాధారణముగ అవి కడ్డీరూపముననగాని, గుర్రపునాడముల ఆకారమున గాని, సూది ఆకారమున గాని ఉండును.

**ధ్రువములు :** కడ్డీరూపమున నున్న అయస్కాంతమును ఇనుపరజనున పొర్లించినచో ఇనుపరజను దాని రెండు చివరలనుమాత్రము కుచ్చులుగా అంటుకొనును. మధ్యను రజను ఎక్కువగా అంటుకొనదు. అయస్కాంతములో ఇనుపరజనుపై అధికతమాకర్షణచూపు బిందువులను ధ్రువము అందురు. ప్రతి అయస్కాంతమునకును రెండు ధ్రువము లుండును. ఈ అయస్కాంతధ్రువములను



ఇనుపరజనును ఆకర్షించిన శలాకాయస్కాంతము

కలుపు రేఖను 'అయస్కాంతఅక్షము' అందురు. అయస్కాంతమును ఒక సూదిమొనపై నిలబెట్టికాని, పురిలేని పట్టుదారముతో వ్రేలాడగట్టికాని సమతలమున స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్లు చేసినచో అది ఉత్తరదక్షిణదిక్కుగా నిలచును. ఉత్తరదిక్కునుచూపు ధ్రువమును ఉత్తరాన్వేషక ధ్రువమనికాని, ఉత్తరధ్రువమనిగాని అందురు. దక్షిణదిక్కును చూపు ధ్రువమును దక్షిణాన్వేషకధ్రువమనిగాని, దక్షిణ ధ్రువమనిగాని అందురు.

వ్రేలాడగట్టబడిన అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువము చెంతకు మరియొక అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమును తెచ్చినచో అవి పరస్పరము అపకర్షించు (తిరస్కరించు) కొనును. అట్లుగాక దక్షిణధ్రువమును తెచ్చినచో అవి ఆకర్షించుకొనును. ఇట్లే రెండు దక్షిణధ్రువములమధ్య తిరస్కరణము (అపకర్షణము), దక్షిణ, ఉత్తర ధ్రువముల

మధ్య ఆకర్షణమును కాననగును. దీనినిబట్టి సజాతి ధ్రువములు పరస్పర అపకర్షణమును, విజాతిధ్రువములు పరస్పరాకర్షణమును చూపునని విదితము.

**ప్రేరితఅయస్కాంతత్వము :** ఒక ఇనుపకడ్డీకి సమీపమున అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువముంచిన ఆధ్రువము ఇనుపకడ్డీని ఆకర్షించును. అదే సమయమున ఇనుపకడ్డీని పరీక్షించినచో ఆకడ్డీయందు తాత్కాలికముగ ధ్రువములేర్పడినట్లు కాననగును. ధ్రువమునకు దగ్గరగానున్న చివరను విజాతిధ్రువమును, దూరముగనున్న చివరను సజాతిధ్రువమును కడ్డీలో ఏర్పడినట్లు నిరూపింపవచ్చును. అట్లే ఉత్తరధ్రువము కాక దక్షిణధ్రువమును దగ్గరకు తీసికొనివచ్చినను సమీపమున విజాతిధ్రువమును దూరమున సజాతిధ్రువమును ఏర్పడును. ఇట్లు ఇనుపకడ్డీలో ఏర్పడిన ధ్రువములను ప్రేరిత ధ్రువములనియు, దానియందలి అయస్కాంతత్వమునకు ప్రేరితఅయస్కాంతత్వ మనియు పేర్లు. ఇనుమున నిట్లు ప్రేరేపింపబడిన అయస్కాంతత్వము ప్రేరేపకధ్రువమును తొలగించినంతనే అదృశ్యమగును. ఇనుమునందు అయస్కాంతత్వమును సులభముగ ప్రేరేపింపవచ్చును. కాని, అది నిలచియుండదు. ఉక్కుయందట్లు కాదు. ఉక్కునందు అయస్కాంతత్వమును సులభముగ ప్రేరేపింపజాలము. కాని, ఒకమారు అయస్కాంతత్వమును పొందినచో ఉక్కు దానిని సులభముగ గోల్పోదు. అందుచేతనే స్థిరముగ నుండునట్టి అయస్కాంతములను ఉక్కుతో చేయుదురు. ఈ ఉక్కును ప్రత్యేకముగ కోబాల్ట్ ధాతువునుగాని, క్రోమియమ్ ధాతువునుగాని ఇనుముతో కలిపి చేయుదురు. తాత్కాలికఅయస్కాంతము (విద్యుదయస్కాంతము)లందు మెత్తని ఇనుమునుగాని, స్టెల్లాయి అను లోహము (35% సిలికన్ చేర్చబడిన ధాతుమిశ్రము)ను గాని పెర్మెల్లాయి (78.5% నికెల్, తక్కినది ఇనుము)ని గాని ఉపయోగింతురు.

అయస్కాంతములపై గట్టిగకొట్టినను వాటిని వేడిచేసినను అవి తమ అయస్కాంతత్వమును కోల్పోవును. ఈ క్రింది పేర్కొనిన తాపక్రమములకు పైని వేడిచేసిన ఆయాలోహములు అయస్కాంతశక్తిని పూర్తిగకోల్పోవునని క్యూరీ కనుగొనెను. ఈ తాపక్రమము క్యూరీతాపక్రమములనెదరు. నికెల్ 358°C, ఇనుము 770°C, కోబాల్ట్ 1120°C.

**విద్యుదయస్కాంతత్వము :** 1819 లో విద్యుత్ ప్రవహించుతీగకు క్రిందున గాని, మీదనుగాని సమముగా నుంచబడిన అయస్కాంతపు సూది, తీగకు లంబముగా ఉండునట్లు తిరుగునని అర్‌స్టెడ్ కనుగొనెను. విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్న రెండుతీగల మధ్య నుదయించు బలములనుగూర్చి ఆంపియర్ (1820) ప్రయోగములు కావించి వాని మధ్యనుండు సంబంధమును నిర్ణయించెను. ఆ సంవత్సరముననే ఆరాగో విద్యుత్‌ప్రవాహమును ఉపయోగించి ఇనుమును అయస్కాంతముగ మార్చెను. ఈ విషయములన్నియు ఆంపియర్ 1825 లో వ్రాసిన వ్యాసమున సమగ్రముగ చర్చించెను. ఇందలి ముఖ్యవిషయము : విద్యుత్‌ప్రవహించు తీగచుట్ట, అదే వైశాల్యము, మందము కల్గిన ఒక ఇనుపబిళ్ల రెండు ముఖముల రెండు ధ్రువములు ఉండునట్లు అయస్కాంతీకరణము పొందినచో ఎట్టిలక్షణములను గల్గియుండునో అట్టిలక్షణములనే కల్గియుండును. వలయాకారముగ విద్యుత్ ప్రవహించినచో ఆ వలయము ఒక అయస్కాంతపుబిళ్లగా భావించవచ్చునని ఇతని నిరూపణ.

అయస్కాంత రేఖలకడ్డముగనొక విద్యుద్వాహకమును పోనిచ్చినచో ఆ వాహకమందు విద్యుత్తు ప్రేరేపింపబడునని ఫారడే కనుగొనెను (1831). ఇది చాల ముఖ్యమైన ప్రయోగ ఫలము. నేడు విద్యుత్‌ను అధికముగ ఉత్పత్తి చేయు పెద్ద యంత్రము లన్నియు ఈ ప్రయోగఫలముపై ఆధారపడియున్నవే. ఫారడే అనుచరుడైన మాక్స్‌వెల్ విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును (1865) ప్రతిపాదించి, కాంతి కూడ విద్యుదయస్కాంత ప్రసారము అని నిరూపించెను. విద్యుదయస్కాంత తరంగములను జనింపచేసి, వాని యాథార్థ్యమును హెర్ట్‌స్ 1888 లో స్థిరపరచెను.

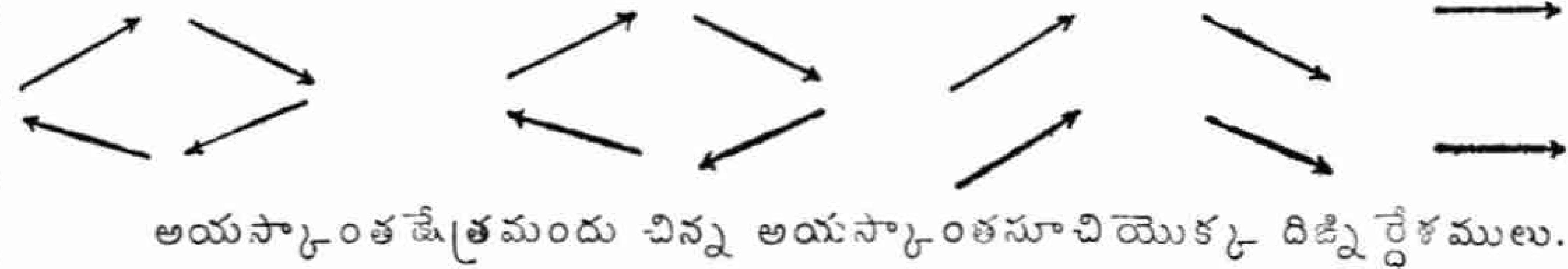
**డయా - పారా - ఫెర్రో - మాగ్నెటిజమ్ :** 1778 లో బిస్మత్తు, ఆంటిమోని ధాతువులు అయస్కాంత ధ్రువములనుండి అపకర్షింపబడినట్లు ఎస్. జె. బ్రుగ్మన్స్ కనుగొనెను. కాని, ఈ పరిశీలన ప్రాముఖ్యమును అప్పటి వైజ్ఞానికులు గ్రహింపలేదు. 1845 లో అయస్కాంతలక్షణములు కేవలము ఇనుము సంబంధమైన ధాతువులకే కాక అన్ని వస్తువులకు కలవనియు, కాని, ఇనుమునందుకంటె చాల అల్పముగ నుండు ననియు ఫారడే కనుగొనెను. అయస్కాంత లక్షణములనుబట్టి వస్తువులను రెండు విధములుగ భాగింపవచ్చును :

1. డయామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములు : అయస్కాంతపు ధ్రువములచే అపకర్షింపబడి, ఆ ధ్రువములను కలుపు బలరేఖలకు అడ్డముగ నుండునట్లు తిరుగును.

2. పారామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములు : ధ్రువములచే ఆకర్షింపబడి బలరేఖల దిక్కుగా నుండునట్లు తిరుగును. ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ ధాతువులందు ఆకర్షణము పారామాగ్నెటిక్ వస్తువులకంటె విపరీతముగ అధికముగ

నుండుటచే ఈ ధాతువులకు వేరుగ ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములను పేరు వాడుచున్నారు.

**అయస్కాంతత్వసిద్ధాంతము :** ఒక అయస్కాంతమును రెండుముక్కలు చేసినచో ప్రతిముక్కయు అయస్కాంతముగ ఏర్పడుచున్నది. ఇట్టి విభాగమును కొనసాగించినచో చివరకు మిగులునవి అణువులు. విభజించగా ఏర్పడిన ప్రతిభాగమును గూడ రెండు ధ్రువములు కల్గిన అయస్కాంతమగుటచే అణువులు కూడ అయస్కాంతములై యుండవలెనని ఊహింపవచ్చును. ఇట్టివాదమును మొదట ప్రతిపాదించినవాడు వీబరు (1804 - 1891). ఈ వాదమును 'అణుఅయస్కాంతవాద మని' చెప్పుదురు. అణువులలో ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహములనుబట్టి అణువులు అయస్కాంతభావమును పొందవచ్చునని ఆంపియర్ ఊహించెను. దీని నాధారముగజేసికొని వీబరు తన వాదమును ప్రతిపాదించెను. అణువులలో విద్యుద్వాహకవలయములు ఉన్నచో ఆ అణువులను అయస్కాంతక్షేత్రమున ఉంచినచో, ప్రేరితములగు విద్యుత్ప్రవాహములవలన డయామాగ్నెటిక్ అపకర్షణ కలుగునని ఇతని నిరూపణ. పారామాగ్నెటిక్ద్రవ్యముల అణువులలో విద్యుత్ప్రవాహములు ఉన్నచో అవి అయస్కాంతము లగును. అయస్కాంతీకరణమునకు పూర్వము ఈ అణువులు అన్నిదిశలలోను తిరిగి యుండుట వలన ద్రవ్యమందు అయస్కాంతత్వ మగుపించదు. కాని, పైనుండి ఒక అయస్కాంతీకరణ క్షేత్రమును ఆరోపించిన తమ ఉత్తరధ్రువములు ఒక్కొక్కదిక్కుగ ఉండునట్లు తిరుగును. ఆ క్షేత్రబలమును హెచ్చించిన కొలదిని అణువులు కూడ ఎక్కువగా ఏకముఖములై ఆ వస్తువుయొక్క అయస్కాంతత్వము హెచ్చును. ఇట్లు చేసినచో ఒకానొక క్షేత్రబలపరిమాణమునకు అణువులన్నియుకూడ క్షేత్రానుగుణముగా తిరిగిపోవుటవలన అయస్కాంతశక్తి అత్యున్నతస్థితిని పొందును. ఇంక క్షేత్రబలము హెచ్చినను వస్తువు అధిక అయస్కాంతత్వమును పొందజాలదు. ఈ స్థితిని సంతృప్తస్థితి అందురు. ఇనుమును అయస్కాంతీకరించినపుడు ఇట్టి సంతృప్తస్థితి కలుగుచుండుటచే ఈ వాదము బలపడుచున్నది. కాని, ఈ సందర్భమున ఒక్క ప్రశ్న ఉదయించుచున్నది. అయస్కాంతీకరణశక్తిని ఆరోపింపగనే ఏల అయస్కాంతిక అణువులు క్షేత్రపుదిక్కుగా తిరిగిపోవు ? దీనికి తొలుదొల్త సరియగు సమాధానము దొరకలేదు. వీబరు అణువులమధ్య వానిని తమ స్థానములకు గొంపోవు కవుల్సు (రిస్టోరింగ్ కవుల్సు) ఉండునని భావించెను. అట్టిశక్తులే ఉన్నఎడల ఆరోపితక్షేత్రమును తొలిగింపగనే ఇనుము యొక్క అయస్కాంతత్వము అదృశ్యము కావలెను. కాని అట్లు జరుగుటలేదు. దీనికి సరియైన సమాధాన మిచ్చినవాడు జె. ఏ. యూఇంగ్ (1890). అయస్కాంతీకరణమునకు పూర్వము అయస్కాంత అణువులు తమ విజాతీయ ధ్రువములు దగ్గరగ నుండునట్లు పూర్ణఅయస్కాంత వలయముల క్రింద ఏర్పడి యుండు ననియు, అందుచే అయస్కాంతత్వము బైటకు గోచరము కాదనియు, అయస్కాంతీకరణక్షేత్రము ఆరోపితము కాగానే ఈ వలయములు విచ్ఛిన్నమై అణువులు క్షేత్రపుదిక్కుగా తిరుగుటకు మొదలుపెట్టుననియు, క్షేత్రబలము హెచ్చినకొలది ఎక్కువ అణువులు ఇట్లు తిరుగుచు వచ్చి ఒకానొక క్షేత్రబలమునకు అన్నియు గూడ తిరిగిపోయి సంపూర్ణ అయస్కాంతీకరణము ఏర్పడు ననియు అతడు వచించెను. కొన్ని దిక్సూచికలను తీసికొని ఒక సమతలము గల బల్లపై నుంచి, పైనుండి ఒకానొక అయస్కాంతిక క్షేత్రమును ఆరోపించగా దిక్సూచికలలో నిట్టి మార్పులే క్రమముగ కనపడును. పటము : ఆరోపిత క్షేత్రబలము క్రమముగ హెచ్చింపగా దిక్సూచికలయందు కలుగు మార్పులు. 1895 లో క్యూరి చాల వస్తువుల ససెప్టబిలిటీ (అయస్కాంత గ్రహణ సామర్థ్యము) లను కొలిచెను. అతడు వస్తువుల డయామాగ్నెటిజమ్ తాపక్రమముచే మార్పుచెందలేదనియు, పారామాగ్నెటిక్ ససెప్టబిలిటీ తాపక్రమమునను బట్టి విలోమముగ మారుననియు కనుగొనెను.



అయస్కాంతక్షేత్రమందు చిన్న అయస్కాంతసూచియొక్క దిక్నిర్దేశములు.

**ఎలక్ట్రాన్ - క్వాంటమ్ సిద్ధాంతములు :** 19 వ శతాబ్దాంతమున ఋణవిద్యుత్కణములైన ఎలక్ట్రాన్‌లు కనుగొనబడుటయేకాక వాని విద్యుత్పరిమాణము, ద్రవ్యరాశి నిర్ణయింపబడెను. లోరెన్ట్స్ ఎలక్ట్రాన్‌లు వస్తుతత్వమున కెట్లు ఆధారభూత మగుచున్నది తెలుపు సిద్ధాంతమును ప్రవేశ పెట్టెను. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లను ఆధారముగ తీసికొని 1905 లో లాంజ్‌వా, క్యూరీ కనుగొనిన ఫలితములను సిద్ధాంతరీత్యా సమర్థించెను. అణువులలో వలయాకారముగ తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌లే వీబరు భావించిన విద్యుత్ప్రవాహ వలయములు. ఎలక్ట్రాన్ వలయాకారముగ తిరుగుచున్నప్పుడు దానికి ఒక మాగ్నెటిక్ మోమెంటు (అయస్కాంత భ్రమిష) ఏర్పడును. ఈ

మోమెంటు లన్నియు కలసినప్పుడు, ఒకదానికొకటి వ్యతిరేకముగ ఉండి మొత్తము మీద ఒక మాగ్నెటిక్ మోమెంటు ఏర్పడు అవకాశమున్నచో అది పారా మాగ్నెటిక్ వస్తువగును.

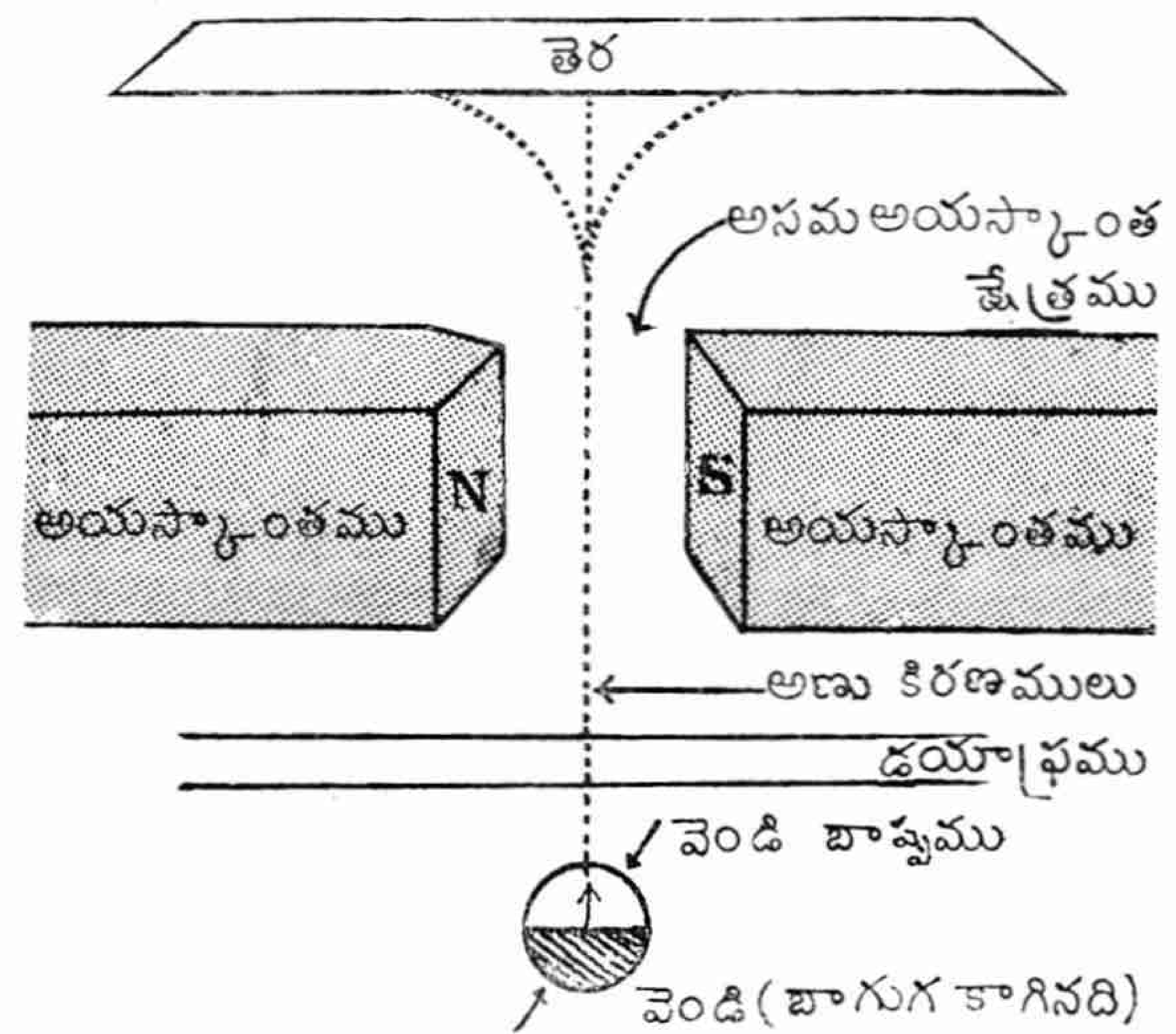
అణువుల అయస్కాంతీకరణమునుబట్టి వస్తువులోపల ఒక అణుక్షేత్రము ఏర్పడునను సిద్ధాంతము చేసి, దానిని బట్టి పారామాగ్నెటిక్ ద్రవ్యముల యొక్కయు, ఇనుము మొదలైన ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ ద్రవ్యముల యొక్కయు ప్రవర్తనమును 1907 లో పి. వైస్ సమర్థించెను. ఫెర్రో మాగ్నెటిక్ ద్రవ్యములను గూర్చి చేసిన పరిశోధనలనుబట్టి ఇతడు పరమాణువులలోని మాగ్నెటిక్ మోమెంటులన్నీ ఒకానొక మూలపరిమాణము యొక్క గుణిజములని వచించెను. దీనిని 'వైస్‌మాగ్నెటాన్' అందురు. ఈ వాదము పూర్తిగా సంతృప్తికరము కాకపోయినను పరమాణువుల ప్రవర్తనమును అర్థము చేసికొనుటకు చాల వరకు ఉపకరించెను.

వలయాకారమున తిరుగు ఎలక్ట్రాన్, సంప్రదాయ సిద్ధాంతమును బట్టి, తనశక్తిని కోల్పోవలసి యుండును. కాని, అట్లు జరుగుటలేదు. సిద్ధాంతములో ఏర్పడిన ఈ లోటును నీల్స్‌బోర్ పరమాణువులకు క్వాంటం సిద్ధాంతమును వినియోగించి చాలవరకు తీర్చెను. అతని సిద్ధాంతమునుబట్టి పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ ఏ వలయములోనైనను తిరుగుటకు వీలుండదు. ఎలక్ట్రాన్ కొన్ని వలయములలో మాత్రమే తిరుగగలదు. ఎలక్ట్రాన్ కోణీయగతి భారమునకు కొన్ని ప్రత్యేకపు విలువలు మాత్రమే ఉండగలవు. దీనినిబట్టికూడ పరమాణువులలో ఏర్పడు అయస్కాంతభ్రమిష ఒక మూల అయస్కాంత భ్రమిషకు గుణిజముగా ఉండవలెనని తేలుచున్నది. ఈ మూలపరిమాణమును బోర్ మాగ్నెటాన్ అందురు. ఇది వైస్ మాగ్నెటాన్‌కు రమారమి 5 రెట్లుండును. దీని విలువ $\frac{h.e}{4.\pi m}$. $h$ = ప్లాంక్ స్థిరాంకము = $6,610 \times 10^{-27}$

$e$ = ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము $m$ = ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి(మాస్).

$\frac{e}{m} = 1{\cdot}749 \times 10^{7}$. దీనినిబట్టి బోర్ మాగ్నెటాన్ పరిమాణము $0{\cdot}925 \times 10^{-20}$ (e. m. u.)అని తేలుచున్నది. నీల్స్‌బోర్ సిద్ధాంతమును రుజువుచేయుటకు స్టెర్న్, గెర్‌లాక్ అణుకిరణములను ఒక అసమ అయస్కాంత క్షేత్రమున పోనిచ్చి అణుకిరణములు ప్రక్కకుబోయిన దూరమునుబట్టి ఆ అణువుల అయస్కాంతపు మోమెంటులను నిర్ణయించిరి. వారి ప్రయోగ విధానము ప్రక్క పటమున చూపబడినది.

అయస్కాంతక్షేత్రము, ఒక మంగలికత్తి ఆకారమున నున్న అయస్కాంతము, నలుపలుకలుగానున్న అయస్కాంతము వీటి మధ్య ఏర్పడియున్నది. ఇది అసమ క్షేత్రము. అణువులకు అయస్కాంతత్వమున్న యెడల అవి కుడివైపునకో, ఎడమవైపునకో మరలి అణుకిరణ పుంజము రెండుగా విడిపోవలెను. స్టెర్న్, గెర్‌లాక్ ప్రయోగమున వెండి పరమాణుకిరణములు సరిగానటులే, రెండు పుంజములుగా విడిపోయెను. దీనివలన బోర్




అసమ అయస్కాంత క్షేత్రములో వెండిపరమాణువుల మార్గవిచలనము

సిద్ధాంతము సమర్థింపబడి అణువులయందు అయస్కాంతత్వమున్నట్లు ప్రయోగరూపమున నిర్ధారణచేయబడినది. స్పెక్ట్రోస్కోపు ద్వారా కనుగొనబడిన జేమాన్ ఫలితము కూడ అయస్కాంత అణువాదమును బలపరచుచున్నది. డి. సు.

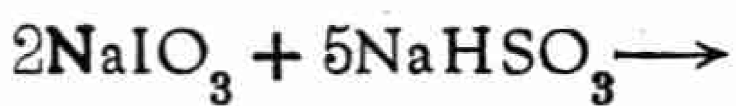
**అయిడి మెట్రి** : చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము.

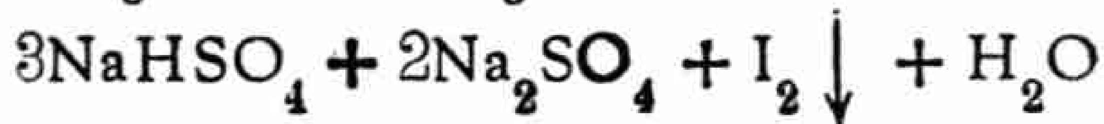
**అయిడీన్** : అధాతు మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 53 ; పరమాణుభారము 126·91 ; అణుసాంకేతికము $I_2$, క్వథనాంకము 185°C ; ద్రవాంకము 113·6°C. అయిడీన్‌కూడ ఇతర హేలొజన్ (క్లోరీన్, బ్రోమీన్, ఫ్లోరీన్) ల వలె యౌగికరూపములలో లభించును. 'కెల్పు' అను సముద్రపు రెల్లులో అయిడీన్ 0.1% - 0.3% మాత్రమే ఉండును. చిలీదేశమునందున్న సోడియమ్‌నైట్రేట్ ఖనిజములో టన్నుకు 8 ఔన్సులవంతున సోడియమ్‌అయిడేట్ అను

e. m. u. = ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్‌లు.

అయిడీన్ యౌగికము కలదు. ఇదియే నేటి అయిడీన్ పరిశ్రమకు ఆధారము. దీనిని నీటిలో కరగించి, స్ఫటికీకరణమువలన సోడియమ్‌నైట్రేట్‌ను వేరుచేయగా మిగిలెడు ద్రావణమునందు అయిడీన్ 0·2% ఉండును. కాలిఫోర్నియాలోను, జావాలోను, నూనె ఉత్పత్తియగుస్థలమునందును, భూగర్భమునుండి పైకి ఉబుకు నీటిబుగ్గలయందును, అయిడైడ్‌లు ద్రావణముగా నుండును. ఆల్గే అనబడు నాచు విశేషములందుకూడ అయిడీన్‌యౌగికములున్నవి.

చిలీ సాల్టుపీటర్‌నుండి సోడియమ్‌నైట్రేట్‌ను వేరుచేయగా మిగిలిన మాతృద్రవమునకు తగినంత సోడియమ్‌బైసల్ఫేట్‌ను లెక్కకట్టి కలుపుదురు. ఈ లవణము ఆక్సీహరణసాధనముగాను, అమ్లముగాను పనిచేసి సంయోగస్థితినున్న అయిడీన్‌ను పైకి విడుదలచేయును. నీటియందు అయిడీన్‌ద్రావ్యత అతితక్కువగుటవలన చాలద్రవ్యము అవక్షేపముగా దిగును. ఇందలి రాసాయనిక క్రియల క్రింది సమీకరణముచే సూచింపవచ్చును :


$2NaIO_3 + 5NaHSO_3 \longrightarrow$


$3NaHSO_4 + 2Na_2SO_4 + I_2 \downarrow + H_2O$

ఇట్లు అవక్షేపముగా లభించిన అయిడీన్‌ను వడియగట్టి ఉత్పతనక్రియవలన శుద్ధిచేయుదురు.

సముద్రపురెల్లుయొక్క బూడిదయందున్న సోడియమ్, పొటాసియమ్ అయిడైడ్‌లనుండికూడ అయిడీన్ తయారుచేయుదురు. నార్వేదేశమునందు సముద్రపురెల్లును ఎండబెట్టి కాల్చి ఆ బూడిదనుండి పొటాసియమ్ సల్ఫేట్, సోడియమ్, పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌లను ఆంశికస్ఫటికీకరణమువలన వేరుచేయుదురు. మాతృద్రవమునందు అయిడైడ్‌లు మిగులును. దానికి మాంగనీస్‌డైఆక్సైడ్‌ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను కలిపి రిటార్ట్‌లో వెచ్చచేసినపుడు 'ఊదారంగు' అయిడీన్ ఆవిరి లభించును. ఆ ఆవిరిని చల్లార్చి స్ఫటికములుగా మార్చుదురు. ఆ స్ఫటికములను తిరిగి ఉత్పతనప్రక్రియవలన శుద్ధిచేయుదురు.

గుణములు ; సాధారణముగా అయిడీన్ మిలమిల మెరసెడి నల్లని రాంబిక్‌స్ఫటికాకృతిగల ఘనద్రవ్యము. సామాన్య తాపక్రమములోనే అయిడీన్ కొంచెము బాష్పరూపముగా మారును. ఈ బాష్పము కొంచెము ఊదారంగుగా ఉండును. గాలికన్న బరువైనది ; పిల్చిన ముక్కుమండును. నీటిలో అతి తక్కువగా (4000 పాళ్లలో 1 పాలు) కరుగును. పొటాసియమ్ అయిడైడ్ నీటిద్రావణములో ఎక్కువగా కరుగును. అందుచేత $I_2 + KI \longrightarrow KI_3$ అను రాసాయనిక చర్యవలన $KI_3$ అను నూతనయౌగికముఏర్పడును. కాని సారాయి, క్లోరోఫార్మ్, బెన్జీన్, కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్ మొదలగు కార్బన్ యౌగికద్రావములందు విరివిగా కరుగును. సారాయి ద్రావణములను 'టింక్చర్' అందురు. అది కముకుదెబ్బల వాపు తీయుటకును, గాయముల మాన్పుటకును వైద్యులు వాడుదురు. పిండిపదార్థములతో అయిడీన్ చక్కని నీలిరంగును ఇచ్చును. విడి అయిడీన్‌ను గుర్తించుటకిది సులభమార్గము. పదిలక్షలపాళ్లు నీటిలోకలిసియున్న 1 పాలు అయిడీన్‌ను కూడ ఈ రంగునుబట్టి గుర్తించవచ్చునన్న ఈ ప్రక్రియ ఎంతసున్నితమైనదో తెలియును.

అయిడీన్‌కూడ ఇతర హాలొజన్‌లవలె హైడ్రోజన్‌తోను, ధాతువులతోను సంయోగముచెంది అయిడైడ్‌లనిచ్చును. రాసాయనికక్రియలందిది వాటంతచురుకైనది కాదు. హైడ్రోజన్‌తో అయిడీన్‌ను 444°C వరకు వేడిజేసినచో హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ వాయువు లభించును. ఎర్రభాస్వరము, అయిడీన్ మిశ్రమును వెచ్చచేసినగాని భాస్వరఅయిడైడ్‌లు ఏర్పడవు. అయిడైడ్‌లనుండి క్లోరీన్, బ్రోమీన్‌లు అయిడీన్‌ను విడతీయును. కాని ఆక్సిజన్‌యుత ధాతుయౌగికములనుండి అయిడీన్, క్లోరీన్, బ్రోమీన్‌ల స్థానము ఆక్రమించును.

సాలీనా ఉత్పత్తియగు అయిడీన్‌లో మూడవవంతు పొటాసియమ్ అయిడైడ్, అయిడీన్ మలామాలు, టింక్చర్‌లు తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. అయిడీన్ ప్రేరకద్రవ్యముగా ఉపయోగించును. ఫొటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ములు, ప్లేటులు తయారుచేయుటకు సిల్వర్ బ్రోమైడ్‌తోపాటు సిల్వర్ అయిడైడ్‌కూడ ముఖ్యమైన ద్రవ్యము. కలంకారీ పరిశ్రమలోవాడు రంగుల తయారుచేయుటకును అయిడీన్ అవశ్యకము.

**హైడ్రోజన్ అయిడైడ్, హైడ్రో అయిడిక్ ఆసిడ్ :** హైడ్రోజన్ అయిడైడ్‌కూడ హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్‌వలె ఆక్సీహరణకారి. అందువలన దీనిని అయిడైడ్‌తో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను ఉపయోగించి తయారుచేయుటకు వీలుకాదు. పొటాసియమ్ అయిడైడ్‌తో సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ కలిపినపుడు అయిడీన్ సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్, గంధకము, హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్‌లు ఏర్పడును.

ఈ కారణమువలన తడిపిన ఎర్రభాస్వరముతో అయిడీన్ కలిపి నూరి వెచ్చచేయుటవలన హైడ్రోజన్ అయిడైడ్‌ను తయారుచేయుదురు.

గుణములందు హైడ్రోజన్ అయిడైడ్ ఇతర హైడ్రోజన్ హేలైడ్‌లను పోలియుండును. దానిద్రావణమును హైడ్రోఅయిడిక్‌ఆసిడ్ అందురు. అదికూడ హైడ్రో

క్లోరిక్, హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్‌లను పోలియుండును. కార్బన్ యౌగికముల తయారుచేయుటకు ఆక్సీహరణ సాధనముగా ఇది మిక్కిలి వాడుకలో నున్నది (చూ. హేలొజన్ వర్గము; క్లోరీన్, బ్రోమీన్, ఫ్లోరీన్). సి. వి. రా.

**అర్ స్టెడ్, హన్స్ క్రిష్టియన్ (1777-1851)**: డేనిష్ భౌతికవిజ్ఞాని, రాసాయనికుడు. కోపెన్ హేగన్ యూనివర్శిటీలో విద్యనభ్యసించి అచ్చటనే 1806 లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడాయెను. విద్యుత్ ప్రవాహము అయస్కాంతముపై నెరపు ప్రభావమును కనుగొనినవాడీయనే. అందుచే ఈయన విద్యుదయస్కాంతత్వ సిద్ధాంతమునకు పునాది వేసినవాడాయెను.

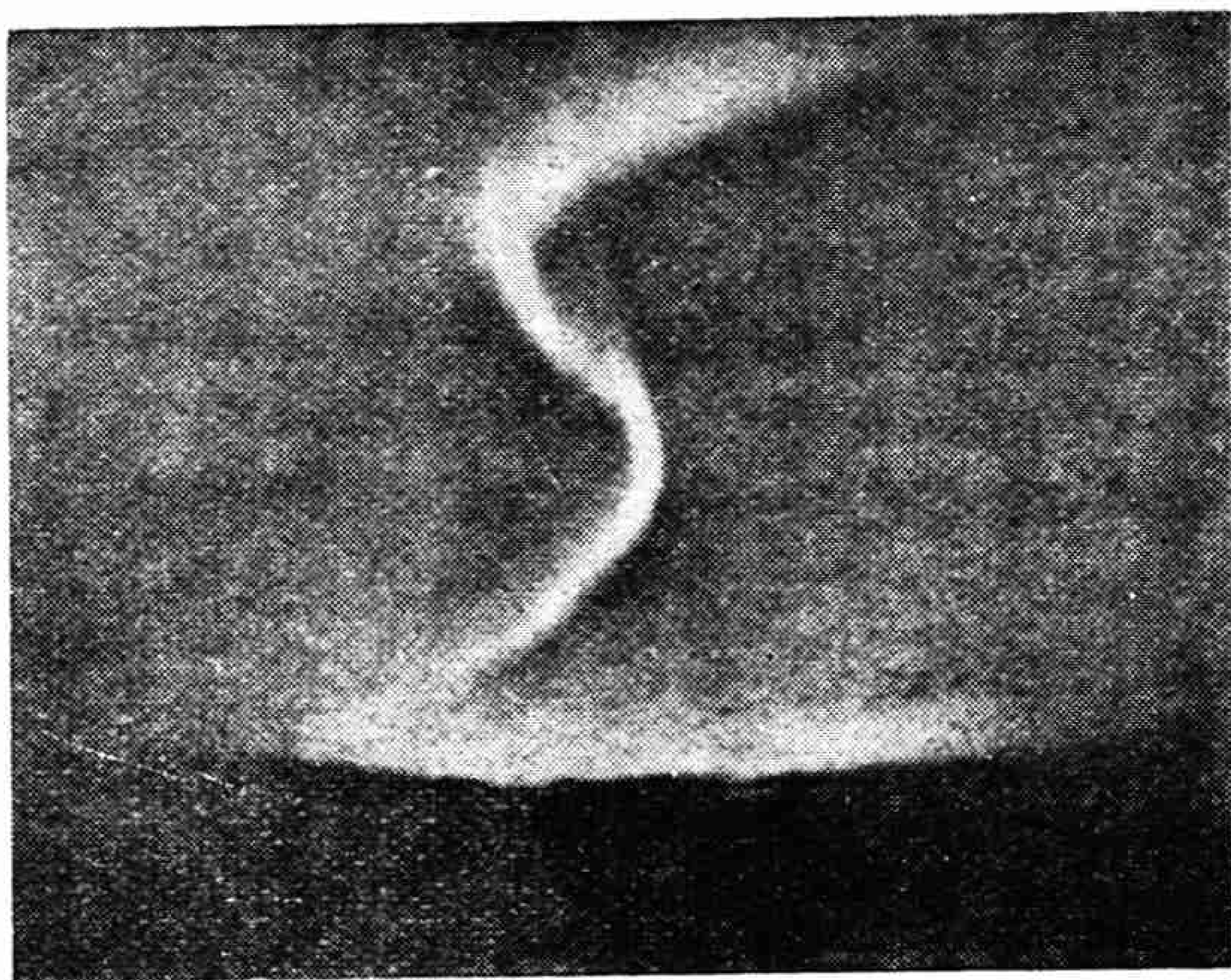
ఈయన తొలిసారిగా అల్యూమినియము ధాతువును వేరు చేసెను. ఈయన పేరు అయస్కాంతీకరణ బలము యొక్క యూనిట్‌కు ఉంచబడినది. బి. పూ. రా.

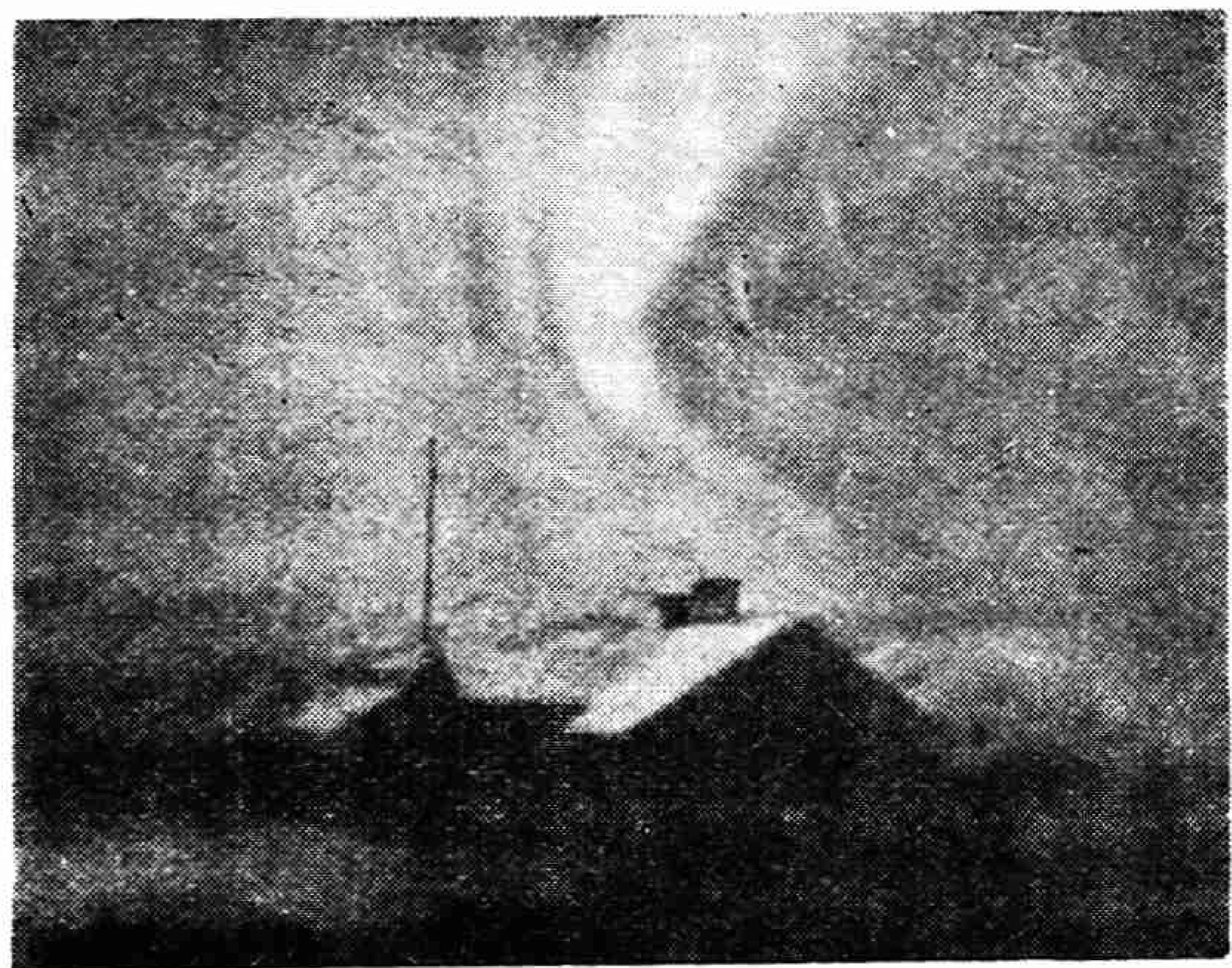
**అరోరా (సుమేరుజ్యోతి)**: ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువ ప్రాంతముల ప్రకృతి కనపరచు జ్యోతిర్మయసుందర దృశ్యము. ఉత్తరధ్రువదృశ్యమును 'అరోరాబోరియాలిస్' అనియు, దక్షిణధ్రువదృశ్యమును 'అరోరాఆస్ట్రాలిస్' అనియు అందురు.

తేజస్సు ఆకుపచ్చరంగులో ఉండును. ప్రకాశము ఉజ్జ్వలముగా ఉన్నపుడు అది గాఢమైన అరుణకాంతిలో ఉండును.

ఈ ప్రకాశదర్శనము సాధారణముగా రాత్రిపూర్వార్ధమున ఈశాన్యాకాశమున చాలదిగువను ప్రారంభించును. అంతటను సమానప్రకాశముగల వెలుగుగా ప్రారంభించి వంపుగానున్న పొడవైన పట్టీలవలె ఆకాశమధ్యమువరకు వ్యాపించును. ఈ కాంతిశలాకలస్థానములు, ఔజ్జ్వల్యము క్షణక్షణము మారుచుండును మిక్కిలి ఉజ్జ్వలముగానున్న స్థితిలో ఈ ప్రకాశము ఆకాశమంతను ఆక్రమించి, గాలిలో కంపించు పెద్ద తెరకుచ్చెళ్ళవలె కన్పట్టును. ఈ ప్రకాశదృశ్యము భూమికి 50 మైళ్ళ ఎత్తుకన్న క్రిందెప్పుడును కనిపించదు. ఒకప్పుడు ఈ దృశ్యము భూమికి 600 మైళ్ళ ఎత్తువరకు విజృంభించును.

అరోరా సంఘటనకు కారణములు సమగ్రముగా ఇంకను తెలియలేదు. అయినను, ఈ వెలుగు సూర్యుని నుండి అతివేగముతో విడివడు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహములు భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రపరిధిలోనికి వచ్చినప్పుడు, వాటిమార్గములు ధ్రువములవైపు మరలించబడును; ఈ ఎలక్ట్రాన్ పరంపర వాతావరణములోనున్న





రాత్రులందు ఆకాశమందు ఒకప్పుడు అత్యుజ్జ్వలముగను ఒకప్పుడు కంపించుచు ఈ ప్రకాశము కనిపించును.

సునిశిత చాక్షుష పరికరములు ఆకాశమందంతటను ఈ అరోరాప్రకాశమున్నట్లు రుజువుచేయుచున్నవి. కాని, ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువప్రాంతములందు తప్ప తక్కినచోట్ల ఈ కాంతి ప్రస్ఫుటముగా గోచరింపదు. ధ్రువములకు కొంచెము దూరముననున్న రష్యాభాగములందు, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను, ఇతర సమశీతోష్ణ భూభాగములయందునుకూడ ఈ జ్యోతి కననగును. తరుచుగా ఈ

నైట్రోజన్ అణువులను తాకినపుడు, అవి అయన్‌లుగా మారి, ఈ అరోరా అద్భుతదృశ్యములకు కారణమగుచున్నదని చెప్పుదురు.

అరోరాప్రదర్శనములకును, సూర్యుని మచ్చల ఉద్రేకమునకును కార్యకారణ సంబంధమున్నట్లు గోచరించుచున్నది. భూమిపై అప్పుడప్పుడు అగపడు అయస్కాంత సంక్షోభముయును అరోరా ప్రదర్శనములును సమకాలికములు. అందువలన అవి సమకారణకములని కూడ ఊహించవచ్చును. మే. వ. న.

**అర్గ్** : భౌతిక శాస్త్రములో 'పని' ని కొలుచు యూనిట్; క్రియ (పని) అను భావము యొక్క నిర్వచనమును అనుసరించి యూనిట్ యొక్క మూల్యమును నిర్ణయించవచ్చును. F కు సమానమగు బలమును ప్రయోగించి S దూరము ఒక వస్తువును చలింపజేసిన, ఆ వస్తువుపై ఆ బలము చేసిన పని 'E' బలము, దూరము ఈ రెంటి గుణనఫలమునకు సమానము $E = F. S$

బలమునకు యూనిట్ 'డైన్' (అనగా, ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశికి సెకను సెకనుకు ఒక సెంటీమీటరు త్వరణమును సంక్రమింపచేయుబలము).

F, S అను పదములకు యూనిట్ మూల్యములను స్వీకరించిన E కూడ యూనిట్ మూల్యము కలది యగును. ఈ యూనిట్‌నకు 'అర్గ్' అని పేరు.

అందువలన 1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై డైన్ బలము పనిచేసి ఆ వస్తువును ఒక సెంటీమీటరు దూరము నెట్టినపుడు జరిగినపని ఒక అర్గ్.

ఇంకొకవిధము: $E = \frac{1}{2}mv^2$ అని రుజువుచేయవచ్చును. E = పని, m = వస్తువుద్రవ్యరాశి, v = బలప్రయోగము వలన వస్తువునకు అబ్బినవేగము. ఇందు m మూల్యము = 2, v మూల్యము = 1, అనుకొనిన $E = \frac{1}{2} \times 2 \cdot 1 = 1$. అనగా, 2 గ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వస్తువునకు సెకనుకు 1. సె.మీ. వేగమును అబ్బచేయుపని ఒక అర్గ్. దైనందిన వ్యవహారమునకు ఈ యూనిట్ చాల చిన్నది. ఇటునటు చలించుచున్న టేబిల్ టెన్నిస్‌బంతి గతిశక్తి కొన్ని వేల అర్గ్ లుండును. మేడ మెట్లెక్కునపుడు మన శరీరము కొన్ని కోట్ల అర్గ్‌ల పనిచేయును.

కాని, పరమాణుప్రపంచములో జరుగు కార్యములకు అర్గ్ చాల పెద్దమానము. ఇచ్చట మనము వాడుకచేయవలసిన మానము మైక్రోఅర్గ్ (అర్గ్‌లో 10 లక్షవ వంతు) లేదా మైక్రో-మైక్రో-అర్గ్ (మైక్రోఅర్గ్‌లో 10 లక్షవ వంతు.)

రాసాయనికప్రక్రియలందు విడివడుశక్తిని ఈ చిన్న మానములో వ్యక్తపరతురు. ఉదా: ఒక కార్బన్ పరమాణువు రెండుఆక్సిజన్‌పరమాణువులతో రాసాయనికముగా సంయోగించునపుడు ఆవిష్కృతమగుశక్తి 6.4 మైక్రో-మైక్రోఅర్గ్ లుండును. రాసాయనిక కార్యములలోకన్న లక్షలకొలదిరెట్లు అధికమైనశక్తిని ఆవిష్కరించు కేంద్రకకార్యముల విషయమున మైక్రోఅర్గ్‌లు వాడుకలోనున్నవి. ఉదా: అల్యూమినియము కేంద్రకము నుండి, α-కణము ప్రోటాన్‌కణమును పైకినెట్టు కార్యమునందు విడివడిన ప్రోటాన్‌శక్తి, అఘాతమును కలుగజేసిన α-కణశక్తికన్న 3.7 మైక్రోఅర్గ్‌లు హెచ్చుగా ఉండును. ఈ హెచ్చు అల్యూమినియము కేంద్రకపరివర్తన కార్యమందు మనకు చేకూరిన మొత్తపుశక్తిలాభమును తెలియజేయును. కొన్ని కేంద్రకపరివర్తనకార్యములందు ఇంతకన్న మిక్కిలి అధికమగుశక్తి విడివడును. ఆటంబాంబు విదారణమునకు కారణమగు యురేనియమ్ కేంద్రక పరివర్తన కార్యములందు అమితమగుశక్తి విడివడును. ఆటంబాంబు విదారణమునకు కారణమగు యురేనియమ్ కేంద్రకవిచ్ఛిత్తిలో ఆవిర్భవించుశక్తి ప్రతికేంద్రక విచ్ఛిత్తియందును 320 మైక్రోఅర్గ్‌లకు సమానము. మే. వ. స.

**అర్ధధ్రువిత బంధము** : చూ. యోజనీయతా భావము.

**అర్ధప్రవేశ్యత్వచము** : చూ. ద్రావణములు II

**అర్ధవిద్యుద్వాహకములు** : ధాతువులు సంపూర్ణ విద్యుద్వాహకములు, అధాతువులు సంపూర్ణ విద్యున్నిరోధకములు. ఈ రెండింటికి మధ్య నున్నది అర్ధవిద్యుద్వాహక (సెమీ కండక్టర్స్) వర్గము. ఇది చాల విస్తృతమైనది. ఇందులో మూలద్రవ్యములు, యౌగికములుకూడ ఉన్నవి. వీటి తత్వమును ఈ వర్గపు ప్రసిద్ధ ప్రతినిధియగు జెర్మేనియమ్ ధాతువును దృష్టాంతముగ గొని బోధపరచుకొనవచ్చును.

జెర్మేనియమ్ పరమాణువునకు కేంద్రకావేశము + 32 యూనిట్‌లు; దాని పరమాణురచనయందు కక్ష్యలందు భ్రమించు 32 ఎలక్ట్రాన్‌లు కలవు.

ఈ 32 లో 28 కేంద్రముతో దృఢబద్ధములు; కాని అంతిమకక్ష్యలో నున్న నాలుగు ఎలక్ట్రాన్‌లు (యోజనీయ ఎలక్ట్రాన్‌లు) శిథిలబద్ధములు. అందువలన ఇతర పరమాణువులు ఎలక్ట్రాన్‌లతో ప్రతికరించు స్వేచ్ఛ వాటికి కలదు. జెర్మేనియమ్ స్ఫటికమందు పరమాణువులు వజ్రము యొక్క దిగ్జాలక సన్నివేశమును గ్రహించును. ఇందు ప్రతి పరమాణువునకు నాలుగు సమీపతరవర్తి పరమాణువులతో బంధము లేర్పడియున్నవి. ఇవి సమయోజనీయ (కో-వేలెంట్) బంధములు. ప్రతి బంధనమునకు రెండేసి చొప్పున ఉమ్మడి ఎలక్ట్రాన్ లుండును. ఇట్టి రచనయందు స్వేచ్ఛగా నున్న విద్యుదావేశము (ధాతువులలోవలె) లేవు గనుక దీనిపై విద్యుత్ క్షేత్రమును ఆరోపించినను విద్యుత్ ప్రవాహము జనింపదు. కాని ఇచ్చట మనము తీసికొనిన దృష్టాంతము శూన్యతాపక్రమము వద్ద పరిపూర్ణస్ఫటిక స్థితిలో నున్న వస్తువునకు అన్వయించును. తాపక్రమము మెల్లగా పరిసర తాపక్రమమున హెచ్చించినకొలది సన్నివేశము పూర్తిగా మారిపోవును. దిగ్జాలకమందలి పర

మాణువులు ఉష్ణత కారణమున స్పందించుటకు ప్రారంభించును. బంధఘటకములగు ఎలక్ట్రాన్‌లు కూడ ఉష్ణతాశక్తిని గ్రహించును. కొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు బంధములనుండి విడివడి ఆ బంధముల స్థానమున శూన్యప్రదేశముల జనింపజేయును. ఈ విడివడిన ఎలక్ట్రాన్ లిప్పుడు వాటి ఉష్ణతాశక్తి కారణమున స్ఫటికశరీరమం దిటునటు అవ్యవస్థిత విధమున చలించుచు తక్కిన దిగ్జాలక ఘటకములతో అభిఘాతములకు దొరకొనును. సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రము సూచించినట్లు రెండు అభిఘాతములమధ్య ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు క్రమించు మధ్యమాన స్వేచ్ఛాపథము పరమాణువుల మధ్యగల సగటుదూరమున్న ప్రమాణ క్రమములో నుండదు. దానికి పలువందల రెట్లుండును. ఈ విలక్షణతను గ్రహించుటకు సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రమును విడచి మనము క్వాంటమ్ ప్రతికృతిని అనుసరించి, ఆవృత్తరచన గల స్ఫటికశరీరమందు ప్రసరించుచుండు తరంగమువలె ఎలక్ట్రాన్‌ను పరిగణించవచ్చును. ఇట్టి ఎలక్ట్రాన్ ఉష్ణత వలనగాని లేదా మరియే ఇతర ప్రభావమువలనగాని జనించు వికారముల కారణమున తన తొంటి మార్గము నుండి మిక్కిలి విచలిత మగును. ఉష్ణతాహేతుకమగు ఎలక్ట్రాన్‌ల అవ్యవస్థిత చలనముపై విద్యుత్ క్షేత్ర సమారోపణవలన విద్యుద్వహన ప్రక్రియ సంభవించును. ఆ విద్యుత్‌ప్రవాహము యొక్క మహత్త్వము ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య, ఆరోపిత క్షేత్రబలము, అభిఘాతముల మధ్య నుండు కాలవ్యవధిబట్టి యుండును.

బంధముల తెంపుకొనిపోయిన ఎలక్ట్రాన్‌ల స్థానమున జనించిన వివరముల (కన్నముల) ప్రవర్తన నిజముగా అసుకరబోధ్యమైనను సారళ్యసూత్రమును అనుసరించి ఈ కన్నముల ధనావేశవహములుగ భావించవచ్చును. ఇవి కూడ స్ఫటిక శరీరమందు ఎలక్ట్రాన్‌లవలె స్వేచ్ఛగా అటు నిటు ఒక క్రమమును పాటించకుండ తిరుగుచుండును. ఆరోపిత విద్యుత్ క్షేత్రమందు ఇవి క్షేత్రదిశనుబట్టి చలించి విద్యుత్‌ప్రవాహమును జనింపజేయును. విద్యుత్‌ప్రవాహమునకు విరుద్ధదిశలో జరుగు ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహము, దానికి సమానదిశలో జరుగు కన్నముల ప్రవాహము ఈ రెండిటి సంకలితఫలమే స్ఫటికమందలి విద్యుత్‌ప్రవాహము.

తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది స్ఫటికము గ్రహించు ఉష్ణతాశక్తిమూలమున పరమాణువుల మధ్య బంధములు సడలి ఎలక్ట్రాన్ - రంధ్రముల జంటలు ఎక్కువగ జనించునని తెలిసికొంటిమి. అందువలన ఒక నియతబలముగల విద్యుత్ క్షేత్రమందు విద్యుత్‌ప్రవాహము తాపక్రమముతో పెరుగుచుండును, అనగా ఇట్టి ద్రవ్యముల విద్యున్నిరోధము తాపక్రమము ; అతిశయించుకొలది తగ్గును. ఇది అర్ధవాహకముల అనితర సాధారణమైన లక్షణము. ధాతువుల విద్యున్నిరోధము తాపక్రమముతోబాటు ఎక్కువగుచుండును.

ఎలక్ట్రాన్‌ల రంధ్రములవంటి స్వేచ్ఛా విద్యుద్వాహకముల జనింపజేయుటకు వలయు ఉష్ణతాశక్తిని అపారముగ అర్థించు వస్తువులలో వాహకముల సంఖ్య అత్యల్పమగుటచే, అట్టి వస్తువులు విద్యుద్బంధకములుగా ఆచరించును.

ఇచ్చట నొక విచిత్ర విషయము మనకు గోచరించుచున్నది, ఇదివరకు భౌతికద్రవ్యకణములగు ఎలక్ట్రాన్‌లకు విద్యుద్వహన కర్తృత్వమును ఆరోపించి ధాతువుల విద్యుద్వాహకతను వివరించితిమి. ఈ అర్ధ విద్యుద్వాహకముల విషయమున అట్టి విద్యుద్వహన కర్తృత్వము ద్రవ్యరిక్తములగు కన్నములకు కూడ ఆరోపించవలసివచ్చినది. విద్యుద్వహన ప్రక్రియా భావము ఇట్లు విపరీతరూపమును దాల్చినది. శూన్యమున కిటువంటి భావరూపమునే ఆరోపించి తన సిద్ధాంతమందు డిరాక్- పోజిట్రాన్‌ల ఉనికిని ఆకాంక్షించెను. ఇంతకన్న వింత : వీటి ఉనికిని అప్రతిహత ప్రయోగముచే ప్రేక్షావత్ప్రపంచమునకు ఆండర్సన్ ప్రత్యక్ష మొనరించెను. మే. వ. న.

**అల్యూమినియము** : మూలద్రవ్యము ; ధాతువు ; పరమాణ్వంకము 13; పరమాణుభారము 26·98. రక్షక కవచమువలె ధాతువుపై ఏర్పడు అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ పొర ధాతువుయొక్క వినియోగమును అధికము చేసినది.

**ఖనిజముల వ్యాప్తి** : ప్రకృతియందు అల్యూమినియము విరివిగా వ్యాపించియున్నది. ఫెల్డ్‌స్పార్ (చంద్రకాంత శిలాస్ఫటికములు $K_2O$, $Al_2O_3$, 6 $SiO_2$), మైకా (అభ్రకము); రేగడిమన్ను ; నామసుద్ద $Al_2O_3$, 2 $SiO_2$, 2 $H_2O$, బలపపురాళ్లు మొదలగు రూపములందు (భూమ్యుపరితలమందు 7·3%) లభించుచున్నది. నిరుదకమైనఅల్యూమినా (అల్యూమినియముఆక్సైడ్), కురువిందము అను రాళ్ళరూపమున దొరకుచున్నది ; ఇంద్రనీలము, పద్మరాగము, గోమేధికము మొదలగు స్ఫటికములుగా ఏర్పడుచున్నది. అల్యూమినామన్నుతో కూడియుండుట వలన వివిధరంగులుగల భిన్నధాతువుల ఆక్సైడ్‌లు అందు మాలిన్యములుగా ఉండును, బాక్సైట్ ($Al_2O_3$, $H_2O$) డయాస్పోర్, గిబ్సైట్ అనునవి సృష్టియందు లభించు జలయుత అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ యొక్క రూపములు అల్యూమినియమును విరివిగా తయారుచేయుట కుపకరించుచున్నవి. క్రయొలైట్

(సోడియమ్ అల్యూమినియము ఫ్లోరైడ్) అనునది దుర్లభ ఖనిజము. దాని రాసాయనిక రచన ($3NaF, AlF_3$) అది గ్రీన్‌లండ్ నందుమాత్రము విరివిగా లభించును; విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమువలన అల్యూమినియమును తయారు చేయుటకు ఉపయోగపడును. అల్యూమినియము ఫాస్ఫేట్ ($AlPO_4$) మరొక ఖనిజము. భారతదేశమునందు మధ్యప్రదేశ్, ఛోటానాగపూరు ప్రాంతములందు బాక్సైట్ యును, పంజాబులో లవణాధారయుతసల్ఫేట్ అయిన ఆలునైట్ యును లభించుచున్నవి.

**ధాతుసాధన:** అల్యూమినియము పరిశ్రమ రాసాయనిక పరిశ్రమలం దొక రసమయఘట్టము. చౌకగా లభించెడి విద్యుచ్ఛక్తి, ఈధాతుప్రాప్తి కత్యావశ్యకము.

బాక్సైట్ ఖనిజమునందు ఐరన్ఆక్సైడ్ $(Fe_2O_3)_3$ సిలికా [($SiO_2$) (సిలికన్ఆక్సైడ్)], టైటానియా [($TiO_2$) (టైటానియమ్ ఆక్సైడ్)] మిశ్రములుగా నుండును. దొరికిన ఖనిజమును దొరికినట్టుగా విద్యుచ్ఛక్తిచే పృథక్కరించినపుడు అందలి అపరిశుద్ధద్రవ్యములు అల్యూమినియమును వదలక అంటిపెట్టుకొనియుండును. తరువాత వానిని వేరుచేయుట సుసాధ్యము కాదు. అందువలన ఖనిజముగా లభించు బాక్సైట్‌ను శుద్ధపరచుట అతిముఖ్యము. బాక్సైట్‌ను శుద్ధపరచుటకు అనేకవిధానములు ఉన్నవి. అందు బేయర్ విధానము విరివిగా వాడుకలో ఉండుటచే అది ముఖ్యమైనది. బాక్సైట్ ఖనిజమును మెత్తగా పొడి చేసి, కాస్టిక్ సోడాద్రావణముతో కలిపి ఆవిరిప్రేపము ఎక్కువయగునట్లు వేడిచేయుదురు; లభించిన ద్రావణమును వడియగట్టుదురు. తరువాత ఆ ద్రావణములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను పంపుటయో, కొంచెము అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్‌ను కలుపుటయో చేయుదురు. స్వచ్ఛమైన అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షేపముగా లభించును. దానిని వడబోసి వేడిజేసినిర్జలీకరింతురు.

పై జెప్పినరీతిని తయారైన స్వచ్ఛమగు బాక్సైట్‌ను వేడిచే కరగించిన క్రయొలైట్‌లో ద్రావణమగునట్లు చేసి విదుత్‌విశ్లేషణముచే విద్యుత్‌కొలిమిలో ధాతువును వేరు పరతురు.

**ధర్మములు:** అల్యూమినియము తెల్లనిధాతువు. దాని విశిష్టగురుత్వము 2·7; దానిని గాలిచొరకుండా వేడి చేసినపుడు 659°C వద్ద కరగుటయు, 1800°C వద్ద మరుగుటయు జరుగును. కరుగుటకు కొంచెము ముందు అది పెళుసుఎక్కుటచే పొడిచేయుటకు కూడ వీలగును. మంచి విద్యుద్వాహకము; రాసాయనికముగా చురుకైనది. హేలొజన్‌తోను ఆక్సిజన్‌తోను ఉబలాటముతో కలియును. ధాతువుపై ఏర్పడు సన్ననిఆక్సైడ్ పొర నీటిలో అల్యూమినియము కరుగకుండా అడ్డుకొనును.

ఆమ్లములయందు ఈధాతువు చురుకుగా కరుగును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌నందు ఈ చర్య తీక్ష్ణముగానుండును. చల్లగానున్న జలయుత సల్‌ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌నందు అల్యూమినియము కరుగదు. గాఢ నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌నందీధాతువు జడమై పోవును. ఇది క్షారద్రావణములతో చురుకుగా సంయోగించి హైడ్రోజన్‌ను విడుదలచేయును.

**ఉపయోగములు:** ఈ ధాతువునుండి తయారైన పలుచటిరేకులు చాక్‌లేట్‌లపై చుట్టుటకు ఉపయోగించుచున్నారు. రాగికిబదులుగా చౌకవిద్యుత్తంత్రుల తయారు చేయుటకు ఉపయుక్తమగుచున్నది. డ్యురాల్యూమిన్ (Al 95%, Cu 4%, Mg 0·5%, Mn 0·5%), మగ్నీషియమ్ Mg: 1-2%, Al: 97-94%. Cu: 1 — 2%, Ni: 1 — 2%), అనునవి ముఖ్యమైన అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రములు. అల్యూమినియము, రాగిమిశ్రమైన 'అల్యూమినియము కంచు' అను ధాతుమిశ్రము చూచుటకు బంగారమువలె నుండును.

అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రములు తేలికగా ఉన్నప్పటికిని మిక్కిలి బలము కలవి. అందువలన వానిని మోటార్లు, విమానములు మొదలగు యంత్రనిర్మాణమునకవసరమగు వస్తువుల తయారుచేయుటకు విరివిగా వాడుచున్నారు. అంతేకాక ఈధాతువును, దాని ధాతుమిశ్రములును వంట కుపయోగించుపాత్రలు, శస్త్రచికిత్సకనువైన సాధనములు తయారుచేయుటకుకూడ ఉపకరించుచున్నవి.

అల్యూమినియముచూర్ణమును ఎన్నోవిధముల వాడుచున్నారు. అది ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించుట కెంతో ఆసక్తిని చూపును. అల్యూమినియము ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించునపుడు ప్రతి గ్రాము పరమాణు భారము అల్యూమినియమునకును 18,000 కేలోరీల ఉష్ణత వెలికి వచ్చును. అందువలననే క్రోమియమ్, మాంగనీస్‌ల గోల్డ్‌ష్మిట్ ధాతూత్పత్తి విధానమున ఆక్సీహరణిగా వాడుకలో ఉన్నది. కార్బన్‌పొడితో కావించబడు ఆక్సీహరణమునకు లొంగని క్రోమియమ్, మాంగనీస్, సిలికన్ ఆక్సైడ్‌లను అల్యూమినియము బేరియమ్‌పెరాక్సైడ్‌లతో కలిపి మగ్నీషియమ్ తీగలను వత్తిగా ఉపయోగించి వెలిగింతురు. అప్పుడు క్రోమియమ్, మాంగనీస్, సిలికన్ మూలద్రవ్యములు లభించును. తెర్మైట్ అను పేరుగల ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్, అల్యూమినియము పొడి మిశ్రమును అత్యుష్ణతను సంపాదించుటకొరకు ఉపయోగింతురు. ఈ మిశ్రమ

మందు రాసాయనికచర్య మొదలైన వెంటనే చరచర 3000°C వరకును తాపక్రమము హెచ్చును. అందువలన దీనిని ధాతువులను పోతపోయు కర్మాగారములందు తిరిగి వానిని కరగించుటకును, విరిగిన ఇనుపగొట్టములను రైలు పట్టాలను ద్రవసంధానక్రియవలన అతుకుటకును వాడుక చేయుదురు. తెర్మైట్ అగ్నిబాంబులను తయారుచేయుటకై ఈ ధాతువు యొక్క పొడిని అమోనియమ్ నైట్రేట్‌తోపాటు ఇటీవల జరిగిన మహాసంగ్రామము (1939 - 45) నందు వాడియున్నారు. వస్తువులపై వెండి వంటి తెల్లనిపూత పూయుటకు కూడ ఈ ధాతువుయొక్క పొడిని ఉపయోగించుచున్నారు.

ఆక్సిజన్ ప్రవాహములో అల్యూమినియము పొడిని మండునట్లుచేసి మహోష్ణతను కల్పించుటకనువైన ధమన జ్వాల నొకదానిని, ఇటీవలనే శాస్త్రజ్ఞులు నిర్మించిరి. కరగి ద్రవమైన ఉక్కును పోతపోయుసందర్భమునందు అది చల్లారినపుడు గాలిబుడగ లేర్పడకుండ అల్యూమినియమును కలుపుదురు. విద్యుత్తు సహాయమున మలామా చేయుటలో అల్యూమినియమును ఉపయోగించుటకు వీలు కలదేమోయని శాస్త్రజ్ఞులు శోధించుచున్నారు.

అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ($Al_2O_3$): సృష్టియందు జలయుత, నిర్జల ఆక్సైడ్ ఖనిజరూపమున లభించుచున్నదని ఇంతకుముందే సూచింపబడియున్నది. ఉచ్చతాపక్రమములవద్దకూడ ద్రవీభవించకుండ ఆగగల మూసలను తయారుచేయుటకు కరగించిన అల్యూమినాను (అల్యూమినియము ఆక్సైడ్‌ను) ఉపయోగించుచున్నారు. దీనికి 'ఆలండం' అని వ్యాపారనామము. ఇది కృత్రిమకురువిందముగ సానబట్టురాళ్లు మొదలైన ఘర్షకపదార్థముల తయారుచేయుటకు వాడుకలోనున్నది.

అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ [$Al(OH)_3$]: తెల్లటి గాజునుపోలు అవక్షేపముగ అల్యూమినియము లవణమునకు అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమును కలిపిన అల్యూమినియముహైడ్రాక్సైడ్ లభించును. పులిత్రేపులకు విరుగుడుగా దీనిని ఆమ్లవిరోధిగా వైద్యులు అజీర్ణవ్యాధులలో వాడుదురు.

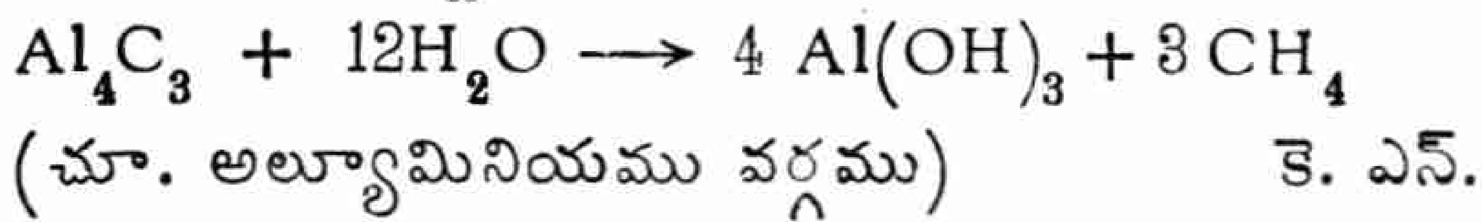
అల్యూమినియము క్లోరైడ్ ($AlCl_3$): ఈ లవణమును రెండు విధానముల తయారు చేయుటకు వీలగును. 1. ఆక్సైడ్‌ను కార్బన్‌తో కలిపి గాఢాగ్నితప్తము చేయుచు క్లోరిన్ ప్రవాహమును పంపుట. 2. అగ్నితప్తమగుచున్న అల్యూమినియము ధాతువుపై హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్, క్లోరిన్‌లలో నేదో యొకదానిని ప్రవహింపజేయుట. ఇది కార్బన్ యౌగికముల సంయోజన పద్ధతులయందు ప్రేరకద్రవ్యముగాను, పెట్రోలియము పరిశ్రమయందును విరివిగా వాడుకలోనున్నది. జలయుత లవణము ($AlCl_3$, 6 $H_2O$) ను అనేక పద్ధతులవలంబించి తయారు చేయుటకు వీలగును. ధాతువు, దీని హైడ్రాక్సైడ్‌లో ఏదో యొకదానిని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో కలిపి ఏర్పడిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరించినపు డిది లభ్యమగును.

అల్యూమినియము సల్ఫేట్ [$Al_2(SO_4)_3$, 18 $H_2O$]: బాక్సైట్ నుండి తయారుచేసిన స్వచ్ఛమైన అల్యూమినాను జలయుత సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించి లభించిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరింతురు. రేగడిమన్నును గాఢ సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోను, బాక్సైట్‌ను సజలసల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోను కాచి వడపోసి లభించిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరించిన అపరిశుద్ధ అల్యూమినియము సల్ఫేట్‌లవణము ఏర్పడును. దీనిని కాగితములకు ప్రలేపన పదార్థముగాను, చర్మశోధనయందు తోళ్లు పదునుపెట్టుటకును, నీటిలోతడవని మైనపుగుడ్డవంటి జలరోధకవస్త్రములు తయారు చేయుటకును, కాలికో అద్దకమునందును, నీటిని తేర్చుటకును వాడుచున్నారు. ఉన్ని నూలులపై రంగులనిల్పుటకు వాడెడి లవణమునందు ధాతువులు ఉన్నఎడల మరక లేర్పడును. అందువలన ఇవి ఏ మాత్రము లేకుండుట ముఖ్యము. అల్యూమినియము సల్ఫేట్‌కన్న పటికను స్వచ్ఛపరచుట తేలికగుటచే రంగులద్దుటకు సామాన్యముగా పటికను వాడుదురు.

పటిక: పొటాసియమ్ ఆలమ్; ఇందు రెండు భిన్న లవణములుచేరియుండుటచే దీనిని 'ద్విలవణము' అందురు. పొటాసియమ్‌సల్ఫేట్, అల్యూమినియము సల్ఫేట్, ఈ రెండిటిని వాటి అణుభార నిష్పత్తిలో నీటిలో కలిపి కరగించి, ద్రావణమును ఇగిర్చి చల్లార్చినపుడు పటిక లభించును. అల్యూమినియము సల్ఫేట్‌ను ఉపయోగించు రీతిగనే ఆలమ్‌ను కూడ వాడుదురు. దీని సాంకేతిక స్వరూపము: [$K_2SO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, 24 $H_2O$]

ఈ పటిక మొదట స్ఫటిక వ్యవస్థయందు స్ఫటికీభవించును. అల్యూమినియము పటిక సాంకేతికమందు ఏకయోజనీయ పొటాసియమ్‌నకు బదులు సోడియమ్, లితియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్, తాలియమ్ వంటి ఏకయోజనీయ ధాతువులును, త్రియోజనీయ ధాతువులు రాగలవు. ఈ ద్విలవణములన్నియు పటిక స్ఫటికీకరించు వ్యవస్థయందే ఘనీభవించును. వాటి సామాన్య సాంకేతికము $R^I_2SO_4$, $R^{III}_2(SO_4)_3$, 24 $H_2O$ వీటి సమూహ నామము పటికలు. ఇచ్చట $R^I$ ఏకయోజనీయధాతువు; $R^{III}$ త్రియోజనీయతగల ధాతువు.

**అల్యూమినియము కార్బైడ్** ($Al_4C_3$): అల్యూమినియము, కార్బన్‌లను విద్యుత్‌కొలిమిలో హైడ్రోజన్ వాతావరణమును ఉపయోగించి వేడిచేసినపుడు అల్యూమినియము కార్బైడ్ ఏర్పడును. మిగిలియున్న అల్యూమినియమును అతిశీతల గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను ఉపయోగించి తీసివేయుదురు. ఇది లేత పసుపురంగు స్ఫటికములుగా లభించును. దీని విశిష్టగురుత్వము 2.36; ఇది 1400°C వేడివరకు స్థిరముగానుండి ఆమీద విశ్లేషణ మందును. క్లోరిన్, బ్రోమీన్, గంధకములుకూడ తాపక్రమము హెచ్చుగా ఉన్నపుడు అల్యూమినియము కార్బైడ్‌తో సంయోగించును. విలీనామ్లములతోను, నీటితోను ఇది చురుకుగా మార్పుచెంది మీతేన్ అను వాయువును వెలిబెట్టును :



$$Al_4C_3 + 12H_2O \longrightarrow 4\,Al(OH)_3 + 3\,CH_4$$

(చూ. అల్యూమినియము వర్గము) కె. ఎస్.

**అల్యూమినియము వర్గము** : ఈ వర్గమునందు అల్యూమినియము, ఇండియమ్, గాలియమ్, థాలియమ్, బోరాన్ అను మూలద్రవ్యములు చేరి ఆవర్తక్రమమందు III b వర్గమునకు చెందియున్నవి. వీటిలో బోరాన్ అధాతువయియుండగా, దాని తరువాతనున్న అల్యూమినియము, గాలియమ్, ఇండియమ్, థాలియమ్ అను మూలద్రవ్యములన్నియు బాహాటముగా ధాతుధర్మములు కలవి. బోరాన్ యొక్క త్రియోజనీయత మాత్రము ఈ వర్గమున నున్న తక్కిన మూలద్రవ్యములతో సాదృశ్యమును తెలియజేయును. మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్‌లకు క్షారమృత్తులు అని పేరువచ్చినట్లే అల్యూమినియము వర్గమునకు చెందినవాటికి 'మృత్తుధాతువులు' అని పేరు వచ్చినది. ఈ ధాతువులలో మానవునికి అల్యూమినియముతో విస్తారమైన సంబంధము కలదు. దాని రాసాయనిక ప్రవృత్తి అపారముగా పరిశీలించబడినది. బోరాన్ యొక్క రాసాయనిక ప్రవృత్తికూడ విస్తారముగా అన్వేషింపబడెను. తక్కిన మూడుద్రవ్యములను గురించి అంతగా తెలియదు. ఈ మూడు ధాతువులలో గాలియమ్ మొదటిది యగుటచే వీటికి గాలియమ్ వర్గమని పేరు. కేవల త్రియోజనీయతగల అల్యూమినియము వివిధ యోజనీయతలుగల గాలియమ్ త్రయముకంటె చాల విలక్షణమైన ధర్మములు కలది. ఈ విషయమింకొకచోట కననగును.(చూ. అల్యూమినియము, ఇండియమ్, గాలియమ్, థాలియమ్, బోరాన్.) మే.వ.స.

**అవరుద్ధతరంగములు** : ఏదేని ద్రవ్యయానకము గుండ ధ్వనితరంగమువంటి తరంగము ప్రసరించినపుడు, తరంగపుశక్తిని క్రమముగా యానకద్రవ్యము కబళించును. అందువలన తరంగపుశక్తి, క్రమముగా క్షీణించి దాని కంపనవిస్తారము తగ్గిపోవును. ఇట్లు తగ్గిపోయిన కంపన విస్తారము గల తరంగమును 'అవరుద్ధ తరంగము' అందుము. మే. వ. న.

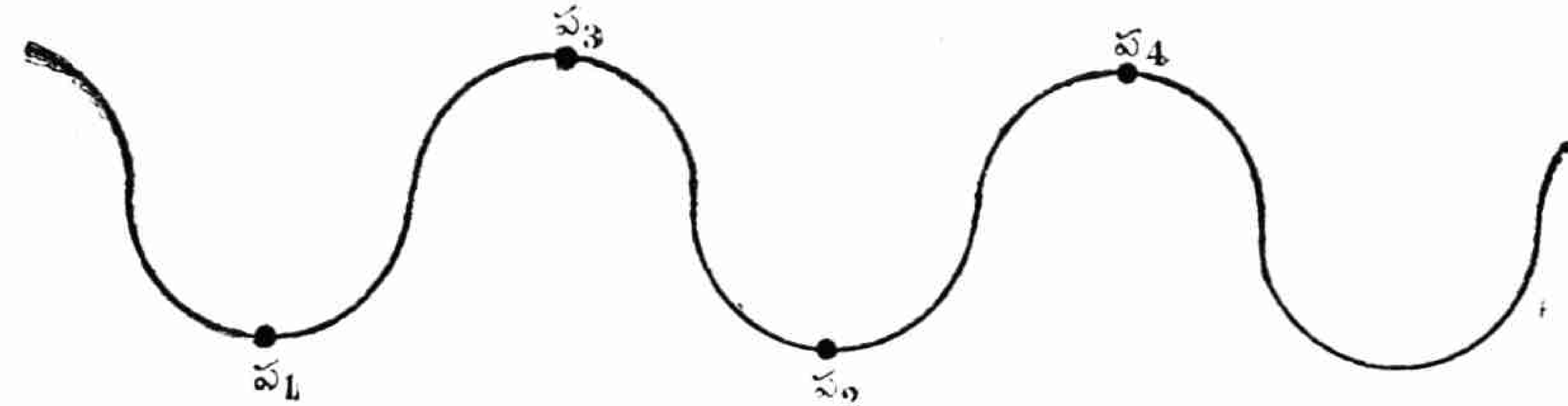
**అవలంబకము** : చూ. కొల్లాయిడ్‌లు.

**అవలంబితము** : చూ. కొల్లాయిడ్‌లు.

**అవస్థ** : దీనినే 'దశ' అనికూడ అనవచ్చును. ద్రవ్యము యొక్క ఘన, ద్రవ్య, వాయు విభేదము లను అవస్థలు మూడు, అనుచోట 'అవస్థ' అను శబ్దము ద్రవ్యమును గురించి వ్యవహారములో నున్నది. ఈ అర్థముననే, రాసాయనిక శాస్త్రమందు, భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమందు (చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము) అవస్థా శబ్దము వాడబడుచున్నది. చంద్రుడు మొదలైన జ్యోతిర్గోళముల ప్రకాశస్థితులను చెప్పినప్పుడు అవస్థా శబ్దము 'కళ' అను శబ్దముచే అనువదింపబడుచున్నది.



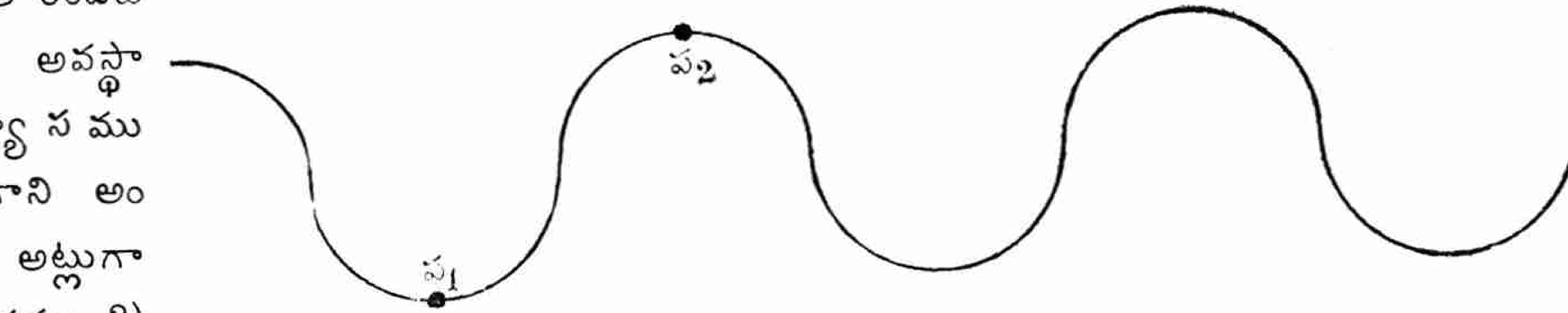
1 వ చిత్రము : తరంగముపై వేరువేరు అవస్థలలోనున్న బిందువులు



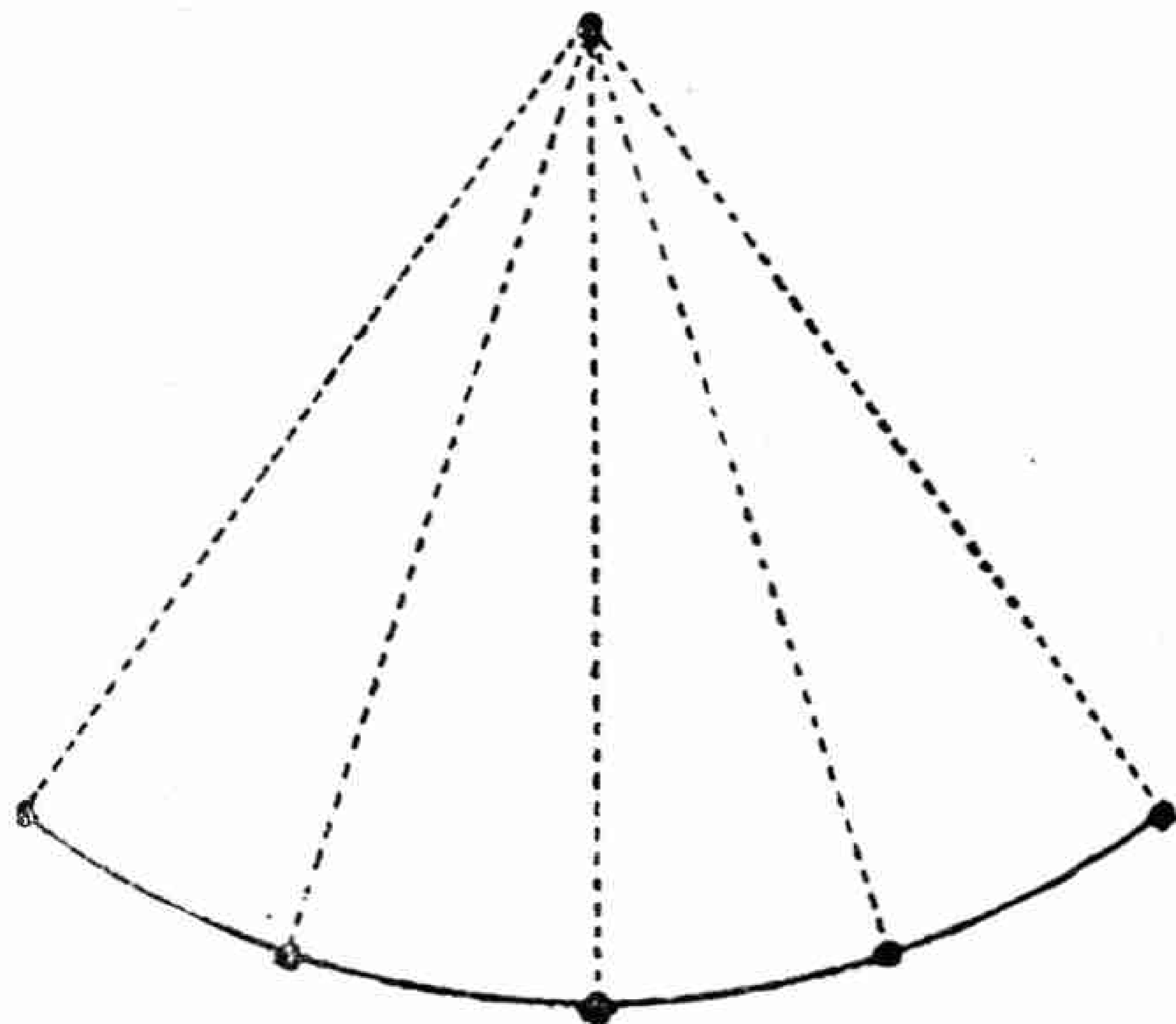

2 వ చిత్రము : తరంగముపై సమావస్థలలోనున్న బిందువులు

భౌతికశాస్త్రములో సంచలన ప్రకారములకు కూడ అవస్థాశబ్దము వాడుకలోనున్నది. తరంగరూపమున ఒకదాని వెనుకనొకటి కదలుచున్న రెండు బిందువులు పరస్పరావస్థలు 1 వ చిత్రముచే నిరూపించవచ్చును. ఆ బిందువులు ఒకే కాలమందు $ప_3$, $ప_4$లవలె (చిత్రము 2) తరంగపు

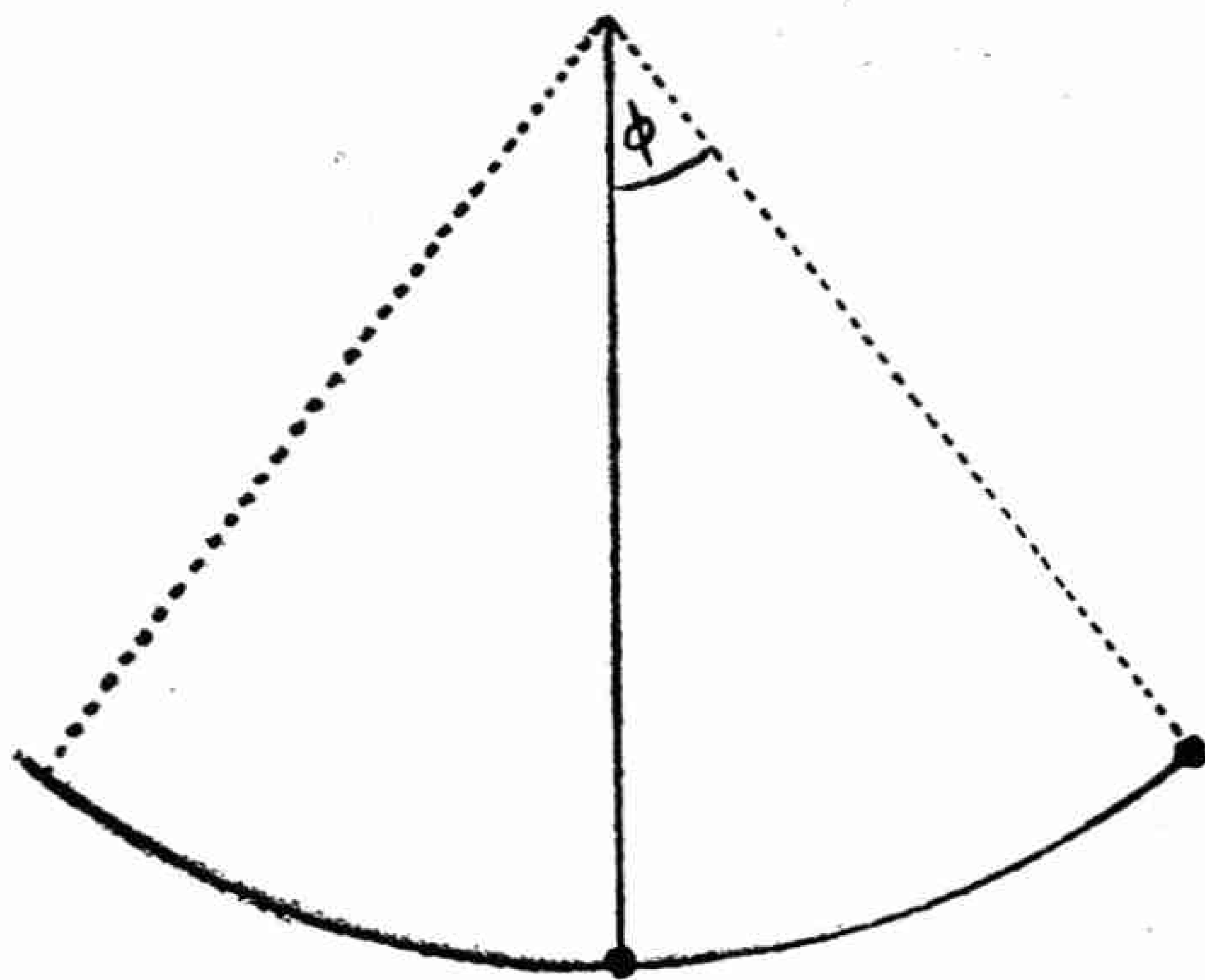
నెత్తినిగాని, ప$_1$, ప$_2$ల వలె తరంగపు అడుగునగాని ఉన్న యెడల ఆ రెండును సమావస్థలో నున్నవే యనిగాని, లేదా ఆ రెండిటి మధ్య అవస్థా వ్యత్యాసము లేదనిగాని అందుము. అట్లుగాక (చిత్రము 3) ఒక బిందువు తరంగపు నెత్తిమీద నున్నప్పుడు రెండవబిందువు తరంగపు అడుగు భాగమున ఉండిన, ఈ రెండును సంపూర్ణ



3 వ చిత్రము : తరంగముపై సంపూర్ణవిరుద్ధావస్థలలోనున్న బిందువులు

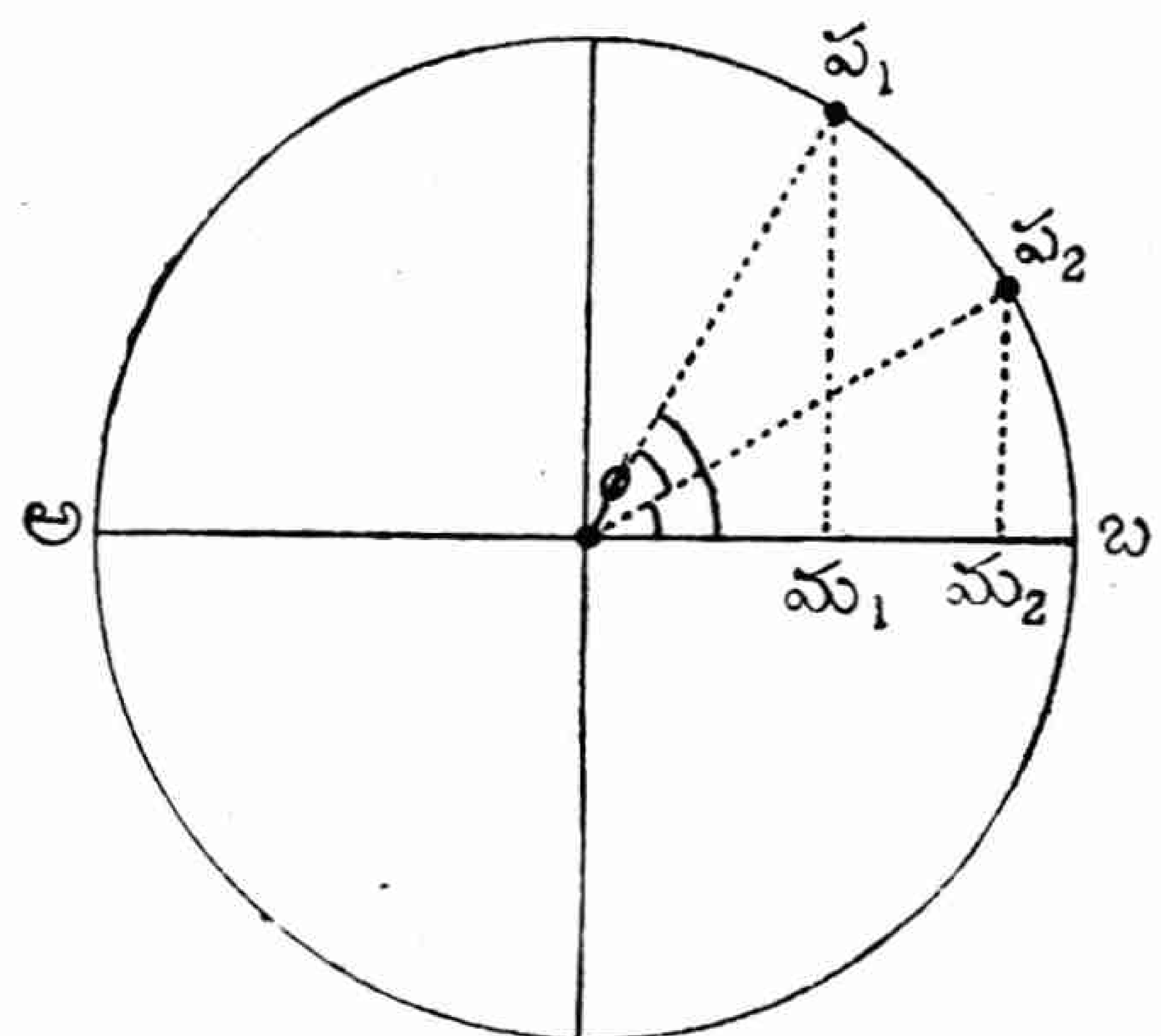

4 వ చిత్రము : లోలకపు భిన్నఅవస్థలు

విరుద్ధావస్థలో నున్నవందుము. తరంగముపై ఆ రెండు బిందువుల స్థానముకాని, వాటి గమనదిశగాని వేరువేరుగా నున్నపుడు ఈ రెండును వ్యత్యస్థావస్థలలో నున్నవందుము. లోలకము ఊగులాడుచున్నప్పుడు, దాని గోళము కంపన పరిధిలో అనేకస్థానములను అవిరతముగా స్వీకరించుచుండును. ఇవియన్నియు లోలకావస్థలే (చిత్రము 4)



5 వ చిత్రము : అవస్థాకోణము

లోలకపు సూత్రము లంబముతోచేయు కోణమునకు అవస్థాకోణమని పేరు. (చిత్రము 5). మరియొక ఉదాహరణము : క్రింది 6 వ చిత్రములో ప$_1$, ప$_2$ అను బిందువులు వర్తులపరిధిచుట్టును, పరస్పరము సమానములగు, స్థిర వేగములతో తిరుగుచున్నవను కొందము. ఇట్టిచో 'అబ' పై ఆ బిందువుల విక్షేపములైన, మ$_1$, మ$_2$ లు హరాత్మకకంపనమును నిర్వహించును. అనగా, ప$_1$ అను బిందువు, 'బ' వద్ద బయలుదేరి ఒకమారు వర్తులమును



6 వ చిత్రము : హరాత్మకచలనమందు అవస్థాభేదములు

చుట్టి వచ్చునపుడు, మ$_1$ 'అబ' వెంబడి, 'బ' నుండి 'అ' వరకు ముందుకుసాగి మరల వెనుకకు వచ్చును. మ$_1$ యొక్క ఈ కంపనకార్యమునకే సరళహరాత్మక చలనమని పేరు. ఇట్లే రెండవ బిందువు ప$_2$ విక్షేపమైన మ$_2$ కూడ హరాత్మకచలనమును నిర్వహించగలదు. వర్తులముపై ప$_1$, ప$_2$ల స్థానములు వేరువేరుగా నున్నవి గనుక, మ$_1$, మ$_2$ల హరాత్మకచలనములు సమానావస్థలో నుండవు. ప$_1$, ప$_2$ల కేంద్రముతో కలుపు అర్ధవ్యాసముల మధ్యనున్న కోణము వాటి అవస్థావ్యత్యాసమును సూచించును. అవస్థాకోణము సున్నయైనపుడు, మ$_1$, మ$_2$ల మధ్య అవస్థావ్యత్యాసము ఉండదు. అవస్థాకోణము 90° అయినపుడు మ$_1$ కంపనము, మ$_2$ కంపనమునకు విరుద్ధావస్థలో నుండును. అనగా మ$_1$ కంపనవిస్తారపుకొనయగు 'బ' వద్దనున్నపుడు మ$_2$ కేంద్రస్థానమగు 'O' వద్ద నుండును. మే. వ. న.

**అవస్థా తరంగములు :** ఈ పదమును మొదట డిబ్రాయ్ అను ఫ్రెంచ్ భౌతికవిజ్ఞాని శాస్త్రపరిభాషలోనికి ప్రవేశ పెట్టెను. దీని సారాంశమును బోధపరచుకొనుటకు ప్రడింగర్ తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతములతో

కొంచెము పరిచయము ఉండవలెను. అందులకై ఆసిద్ధాంతమును ఇక్కడ వలసినంతవరకు సంగ్రహించుచున్నాము.

భౌతికశాస్త్ర సిద్ధాంతములలోనికి క్వాంటమ్‌వాదము ప్రవేశించినతరువాత పరస్పరవ్యతిరిక్తములగు రెండు శాస్త్రదృక్పథములు ఏర్పడినవి. అందు మొదటిది సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రమందు నిరూఢమైనది. అదియేదియనగా, స్థూలజగత్తునందు మనకు తారసిల్లు సంఘటనలలో వస్తుగుణముల మూల్యములు అవిరతముగా మిశ్రాంకములచే కూడ నిర్దేశింపబడగలట్లు మారునవియని. ఉదా : ఇనుప గుండువంటి వస్తువు, ఒక తాపక్రమము వద్ద స్వీకరించగల ఉష్ణతాశక్తిని శూన్యసంఖ్యమొదలుకొని ఏదేని ఇష్టసంఖ్యవరకు మధ్యనున్న అనంతసంఖ్యాశ్రేణిలో నున్న ఏసంఖ్యచేతనైనను నిర్దేశింపవచ్చును. ఇట్లే వస్తువుల గతిశక్తి, విద్యుచ్ఛక్తి మొదలగు ధర్మములు అవిరతముగా వ్యాపించియున్న అనంతసంఖ్యాక మూల్యశ్రేణిలో దేనినైన చేపట్టవచ్చును.

రెండవదృక్పథము : క్వాంటమ్ సిద్ధాంతముచే ప్రతిపాదితమై పరమాణురచనకు చెందిన సూక్ష్మజగత్సంఘటనలకు అన్వయించునది. పరమాణువుగాని లేదా దానిని పోలిన ఏసూక్ష్మవస్తువుగాని మనము ఊహచేసి దానికి ఆరోపించగల గుణావస్థలనన్నిటిని స్వీకరించదు. ఏ అవస్థలయందు దాని గుణమూల్యము పూర్ణాంకముగ నుండునో అట్టి అవస్థలనే అది కైవసముచేసికోగలదు. పూర్ణాంకస్ఫూర్తికి వెలుపలనుండు మూల్యములజోలికి పోదు. ఆలంకారిక ఫక్కిని చెప్పవలెనన్న మూల్యములలో ఏది పూర్ణాంకనిర్దిష్టమో, ఏది మిశ్రాంకనిర్దిష్టమో వివేచించి తెలిసికోగల చేతనవస్తుసహజమగు విలక్షణ ప్రతిభనొకదానిని క్వాంటమ్ వాదము పరమాణువునకు ఆరోపించినది. ఇట్టి ఆరోపణయందుగల ఆక్షేపణను తొలగించుటయే శ్రొడింగర్ సిద్ధాంత ముఖ్యోద్దేశము. సిద్ధాంత స్థాపనకు కడంగుటలో శ్రొడింగర్ తనకుతాను వేసికొనిన ప్రశ్న ఇది : పరమాణురచనలోవలె స్థూలజగత్సంఘటనలయందుకూడ వస్త్వవస్థలు పూర్ణాంక ఘటితములు కాకూడదా ?

వాస్తవముగ స్థూలజగత్సంఘటనయందు ఇట్టి వ్యాపారమును కనపర్చువస్తువులు అనేకములు ఉన్నవి. వాటిలో కంపించుతీగ (వీణతీగ) ఒకటి. అట్టితీగ మూలపౌనఃపున్యముతోనేగాక, మూలపౌనఃపున్యమునకు గుణిజసంబంధములోనున్న పౌనఃపున్యములతోకూడ కంపించగలదు. అనగా, మూలపౌనఃపున్యములు $\gamma_0$ యగుచో, తీగ స్వీకరించగల ఇతరపౌనఃపున్యములు $2\gamma_0$, $3\gamma_0$, $4\gamma_0$ కాని కావచ్చును. అనగా, మూలపౌనఃపున్యమును పూర్ణాంకముచే గుణించగా లభ్యమగు పౌనఃపున్యములనే గ్రహించును. రెండు పూర్ణాంకగుణిజముల మధ్య నున్న తక్కిన పౌనఃపున్యములన్నియు నిషిద్ధములు. కాని, కంపించుతీగకును బోర్ పరమాణువునకును మధ్య ముఖ్యభేదము ఒకటి యున్నది. తీగయొక్క కంపన వ్యాపారమును సరళ అంతరీకరణ సమీకరణముచే నిర్దేశింపవచ్చును. పరమాణువు విషయమై, క్వాంటమ్ సిద్ధాంత దృష్ట్యా అట్టి అవకాశము లేదు. ప్రకంపించుచున్న తీగయొక్క వ్యాపారమునకు అన్వయించు నియమములను ఎటులనైన పరమాణువు ఆంతర వ్యాపారమునకు కూడ అన్వయించు నటుల చేయవలెనని, పరమాణువు బహిరంతర వ్యాపారముల మధ్య సయుక్తికముగ నొక సాదృశ్యమును కల్పించవలయును.

పరమాణుకేంద్రకముచుట్టు ఇదివరకు మనము భ్రమణమనుకొనుచున్న ఎలక్ట్రాన్ చలనమును ప్రకంపనవ్యాపారముగా నిరూపించుటకు అవకాశము ఇచ్చుభావమునొక దానిని, ఈ సాదృశ్యకల్పనకై ఉపయోగించవలెను. అట్టిచో పరమాణుఆంతరవ్యాపారమును ప్రకంపించుతీగ వ్యాపారముతో సరిపోల్చుటకు వీలున్నది. ఈ అవకాశమిదివరకే డీబ్రాయ్ ఉపజ్ఞమగు సిద్ధాంతమందు మనకు లభ్యమగుచున్నది. ఈయనసిద్ధాంత ప్రకారము చలించుచున్న ప్రతిద్రవ్యకణమునకును తరంగవ్యాపారము నొకదానిని ఆరోపించవచ్చును. ఈతరంగ ప్రవృత్తి కేవల ఊహకల్పితమే కాదు, ప్రచురమగుపద్ధతులచే, ఆ తరంగపు పొడవునుకూడ యథార్థముగా కొలువవచ్చును. కాని, ఒక్కవిషయమును ఇచ్చట నొక్కి చెప్పవలయును. ఈ తరంగప్రవృత్తి, ద్రవ్యకణము యొక్క సహజకంపన వ్యాపారమునుండి సిద్ధించినదికాదు. ఈ తరంగములు ద్రవ్యకణచలనమును నియమించును. అనగా, ద్రవ్యకణ చలనము ఈ తరంగముల అధీనములో నుండును. ఈ తరంగములకే డీబ్రాయ్ అవస్థాతరంగములని పేరిడినాడు. ద్రవ్యకణచలనావస్థలను నియంత్రించు తరంగములు కనుక వీటికి ఈ పేరు తగినది. కొందరు శాస్త్రవిదులు వీటిని ద్రవ్యతరంగములని వ్యవహరించుచున్నారు. కాని, ద్రవ్యతరంగము అన్నమాట, కణముల సాధారణ (మూర్త-శాబ్ద=అకూస్టిక్) ప్రకంపనము లను భ్రాంతికి ఎడమిచ్చును. కనుక అమూర్తభావగర్భితమగు అవస్థాతరంగ పదమే గ్రాహ్యము.

మే. వ. న.

**అవస్థా నియమము:** చూ. రాసాయనికపరివర్తనము.

**అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాల :** చూ. వర్ణమాల.

**అవిసె నూనె :** చూ. క్రొవ్వులు నూనెలు.

**అశ్రువాయువు :** కార్బొనిల్ (CO) గణమునకు ఆల్ఫాస్థానమునందు హేలొజన్ పరమాణువులు గల కీటోన్‌లు, ఆల్డిహైడ్‌లు చాల రాసాయనిక ప్రవృత్తిగలవి యగుటచే సంయోజన ప్రక్రియలందు మిక్కిలి ఉపయోగ్యములు. ఇవన్నియు కండ్లను తాకినప్పుడు కండ్లు విస్తారముగా నీరు గార్చును. ఈ వర్గమునకు చెందిన బ్రోమోఆసిటోన్‌లు అశ్రువాయువు (టియర్ గాస్)లను పేర వాడుకలోనున్నవి - వీటిని చట్టవిరుద్ధముగా గుమిగూని అల్లరిచేయు జనసమూహములను బెదరించుటకు పోలీసులు ఉపయోగింతురు. మే. వ. స.

**అసాధారణవర్ణ విశ్లేషణము :** కొన్ని ద్రవ్యములు చాల సంకుచిత క్షేత్రములోనున్న కాంతికిరణములను శోషించును. ఆ క్షేత్రపరిమితిలో వాటి వక్రీభవనగుణకము (n) కాంతితరంగ దైర్ఘ్యముతో శీఘ్రముగా మారును. అట్టి ద్రవ్యముతో నిర్మించబడిన పట్టకము శ్వేతకాంతిని సాధారణవర్ణక్రమములో (అనగా, నీలలోహితము, నీలిమందు, నీలము, ఆకుపచ్చ, పసుపుపచ్చ, నారింజ, అరుణ అనుక్రమములో) విశ్లేషించదు. ఇట్టి అక్రమ విశ్లేషణను అసాధారణ వర్ణవిశ్లేషణ మందురు. మే వ. స.

**ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ యూనిట్ :** మీటరులో 10 వ భాగము డెసిమీటరు; డెసిమీటరులో 10 వ భాగము సెంటిమీటరు; సెంటిమీటరులో 10 వ భాగము మిల్లీమీటరు; మిల్లీమీటరులో 1/1000 మైక్రాన్ (దీనిగుర్తు$\mu$); మైక్రాన్‌లో 1/1000 మిల్లిమైక్రాన్ (దీనిగుర్తు$\mu\mu$). మిల్లిమైక్రాన్‌లో 1/10 వ భాగము ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ యూనిట్ (గుర్తు Å ).

మీటరు పొడవును క్రమముగా పదిసార్లు పదిచే భాగించుటచే లబ్ధమైన భాగహారఫలము ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ యూనిట్ అందుచే దానిని $10^{-10}$ మీ. అను గణితశాస్త్రవిధానమున క్లుప్తముగా గుర్తించవచ్చును.

మానపరిమాణ మెప్పుడును మేయవస్తుపరిమాణమును పట్టియుండును. చిన్నపరిమాణములను కొలుచుటకు చిన్న కొలబద్దను, పెద్దపరిమాణము లను కొలుచుటకు పెద్దకొలబద్దను స్వీకరించుట లౌకిక వ్యవహారమైయున్నది. శాస్త్రమందుకూడ వ్యవహార మిదియే. కాంతితరంగముల పొడవులు, పరమాణువుల, అణువుల వ్యాసములు, కొల్లాయిడ్ కణముల వ్యాసములు మొదలైన సూక్ష్మపరిమాణములను కొలుచుటకై ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ అను స్వీడన్‌దేశపు భౌతికశాస్త్రవేత్తచే ఈ యూనిట్ సృజించబడినది (1868). భౌతికశాస్త్రములో ఈ యూనిట్ కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యములను వ్యక్తపరచుటలో మిక్కిలి ఉపయోగములో నున్నది.

విద్యుదయస్కాంత వర్ణమాల

| తరంగభేదము | ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ యూనిట్ Å |
|---|---|
| వేడి | 3000000 - 7000 (Å) |
| చక్షుర్గోచర కాంతి | 7000 - 3500 (Å) |
| అతినీలలోహిత కాంతి | 3500 - 130 (Å) |
| పారనీలలోహిత కాంతి (షూమన్ మండలము) | 130 - 45 (Å) |
| X-కిరణములు | 45000 - 100 X* యూనిట్ |
| α-కిరణములు | 100 - 5 X యూనిట్ |
| విశ్వకిరణములు | 0·67 - 0·4 X యూనిట్ |

మే. వ. స.

**ఆంటిమోని :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 121·76; సంకేతము 51. (చూ. ఆర్సెనిక్ వర్గము; బిస్మత్తు).

* * *

**ఆండర్సన్, కార్ల్ డేవిడ్** (జననము 1906) : అమెరికాదేశపు భౌతికవిజ్ఞాని. కాస్మిక్ కిరణములనుగూర్చి చేసిన పరిశోధనలకై ఈయనకు 1936లో నోబెల్ బహుమానమీయబడినది. మిల్లికన్‌తో కాస్మిక్‌కిరణ పరిశోధనాగారములో పరిశోధనచేయుచున్న సమయమున ఆండర్సన్‌కు ఎలక్ట్రాన్ యొక్క విద్యుదావేశము ఎంత పరిమాణమును కలిగియున్నదో అంతే పరిమాణముగల విద్యుదావేశమును కలిగి, ఎలక్ట్రాన్ భారమంత భార మే గల ధనకణ మేల ఉండకూడదని సందేహము కలిగినది. అట్టి కణమును కాస్మిక్‌కిరణ పరిశోధనలలో విల్సన్ మేఘపేటికలోని కణమార్గముల ఛాయాచిత్రముల వలన 1932లో ఆండర్సన్‌కనుగొన్నాడు; దానినే 'పోజిట్రాన్' అందురు. విద్యుదావేశములో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ప్రతిరూపము పోజిట్రాన్.


ఆండర్సన్

ఆండర్సన్, నెడ్డర్ మైయరు అను మరొక విజ్ఞానితో కలసి ఆ తరువాత పరిశోధనలుగావించి గామా కిరణ

* ఒక X యూనిట్ $= \frac{\text{Å}}{1000} =$ Å em వెయ్యవ భాగము.

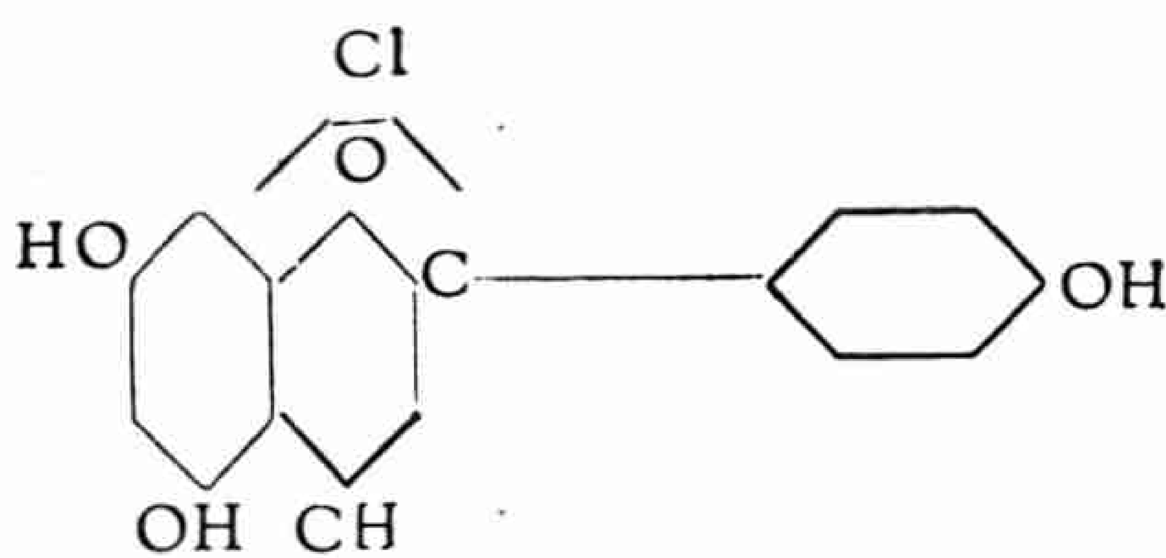
ములు అల్యూమినియమునుగాని, సీసమునుగాని ఢీకొనినపుడు పోజిట్రాన్‌లు ఉత్పత్తియగునని కనుగొనెను. 1937 లో మెసోట్రాన్ (అనగా, ఛారమునందు ఎలక్ట్రాన్‌కు ప్రోటాన్‌కు నడుమ నున్నది) అను మరియొక కణమును కూడ వీరు కనుగొన్నారు.

కారల్ డేవిడ్ ఆండర్సన్ యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో న్యూయార్కు పట్టణమందు 1905 సెప్టెంబరు నెల 3 వ తేదీని జన్మించెను. ఈయన 'కాలిఫోర్నియా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ' లో చదివి, ఆ తరువాత అక్కడనే భౌతిక విజ్ఞానమందు, ముఖ్యముగా కాస్మిక్ కిరణములగూర్చి పరిశోధనలు చేసెను. పిమ్మట ఆ విజ్ఞాన సంస్థయందే ఆయన భౌతిక విజ్ఞానాచార్యుడుగా నియమితుడాయెను. ఆ ఉద్యోగమును నిర్వహించుచు ప్రస్తుత మాయన పసాడినాలోనే ఉన్నాడు. మే. వ. న.

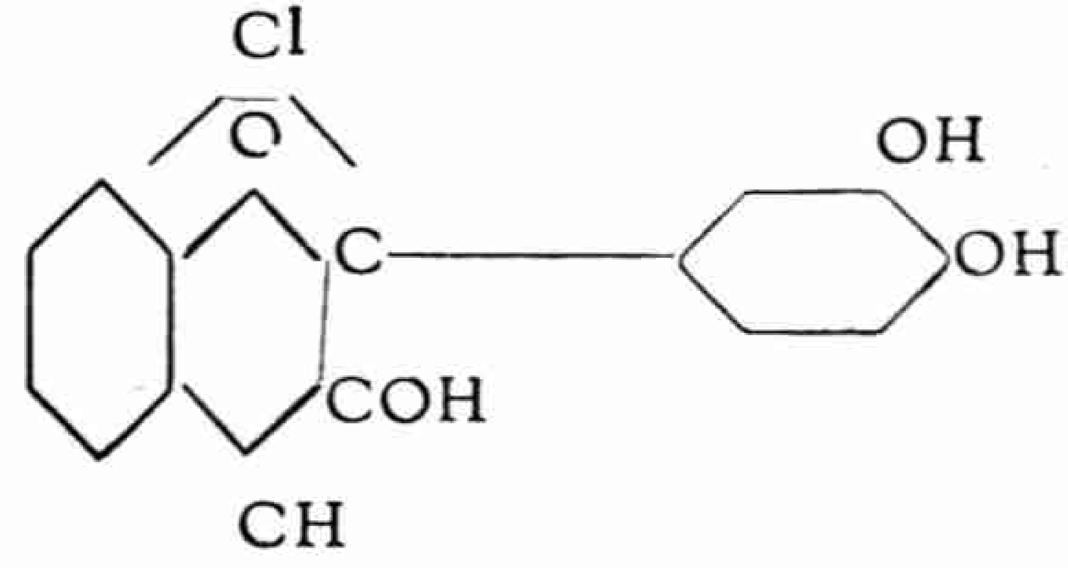
**అంతసైనిన్‌లు :** చెట్లయందగపడు ఎరుపు, నీలము, పసుపు, ఊదారంగుల వర్ణక ద్రవ్యములు ఆంతసైనిన్‌లను కార్బన్ యౌగికములు. ఇవి రాసాయనికముగ గ్లూకొసైడ్‌ల తరగతిలోనివి. ఇవి ఆమ్లముల సంపర్కమున ఎర్రబడి క్షారముల తాకిడిచే మొదట ఊదావర్ణమును, కొనకు నీలివర్ణమును స్వీకరించును. అంతసైనిన్‌ల జాతికి చెందిన ఎర్రరంగు ద్రవ్యములు పువ్వులలోను, పండ్లలోను, మొగ్గ, రేకులలోను, లేత ఆకులలోను (రావి, మామిడిచిగుళ్లు), ఎర్రకాబేజి ముదుర ఆకులలోను ఉండును. నీలము, ఊదారంగు గలవి ముఖ్యముగా కొన్ని పూవులలోను (దంతిన), పండ్లలోను (నేరేడు) మనకు తారసిల్లును.

ఆకురాల్చు కాలమందు చెట్ల ఆకులు గ్రహించు ఎరుపు, పసుపురంగులు ఆంతసైనిన్‌ల ప్రభావమే. ఈ రంగుల వికాసమునకు తేమలేని వాతావరణము ఎక్కువ ఉత్తేజకము. పండుటాకులయందు జనించు ఆంతసైనిన్‌లకు ప్రభవకారణము క్లోరోఫిల్ అను ఆకులయందుండు హరితవర్ణద్రవ్యము. ఇది రాసాయనిక విసంఘట్టనముజెంది ఆంతసైనిన్‌గా మారును.

ఏవో కొద్ది సంఖ్యతప్ప తక్కిన వన్నియు హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నముల గ్లూకోసైడ్‌లు; కొన్ని దృష్టాంతములు :



పెలార్గొనిడిన్ క్లోరైడ్



సైనిడిన్ క్లోరైడ్

ఈ పైనిరూపించిన సాంకేతికములు గల యౌగికములకు అంతసైనైడ్‌లనిపేరు. ఇవి ఆమ్లములతో మరగించినపుడు రాసాయనిక విఘట్టనమునుచెంది అంతసైనిన్‌లు గ్లూకోస్‌గా విడిపోవును. మే. వ. న.

**అంత్రసీన్ :** చూ. బహువలయహైడ్రోకార్బన్‌లు.

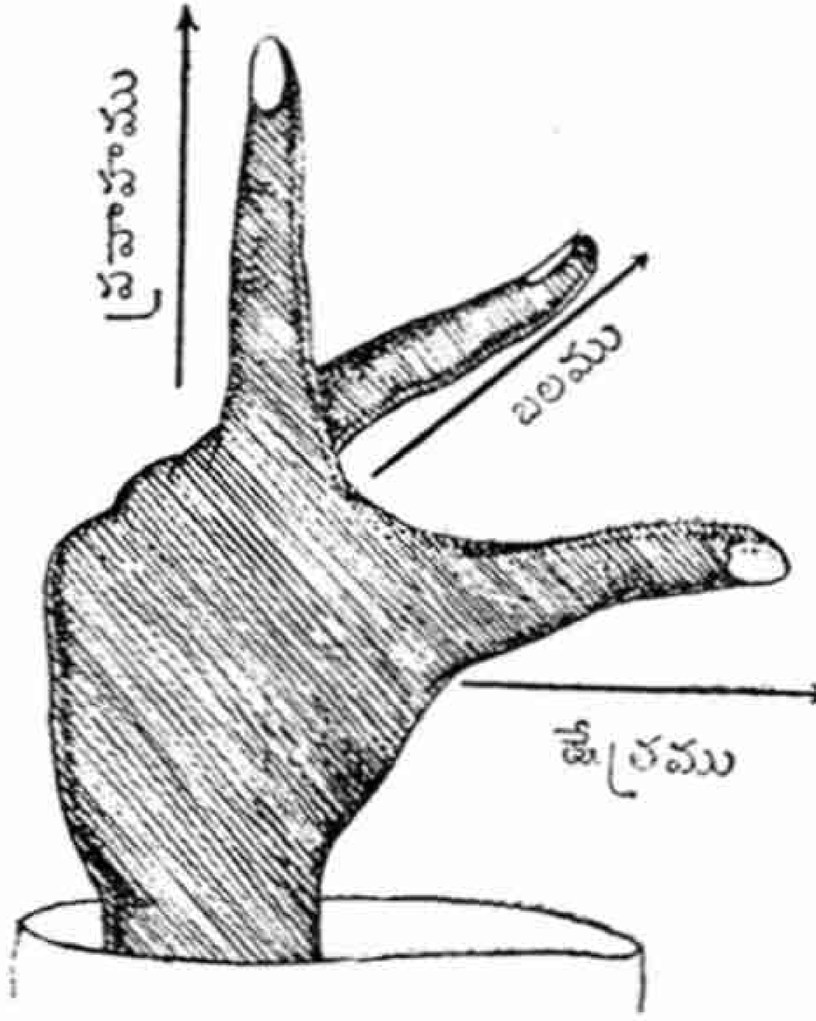
**అంత్రసైట్ :** నేలబొగ్గురకము; ఇందు తక్కిన బొగ్గురకములందుకన్న కార్బన్ పాలు చాల ఎక్కువ. ఇతర నేలబొగ్గు రకములకన్న ఇది చాలపురాతనమైనది. ఉష్ణతా పరిమాణము చాల ఎక్కువ (అనగా కాల్చినపుడు చాల ఎక్కువ వేడిమిని బయలుపెట్టును). పొగలేకుండ మండును. కాని అంటించుట చాలకష్టము. దీనినుండి తయారైన కోకు ధాతు సాధనకు చాల ప్రశస్తమైనది. మే. వ. న.

**అంపియర్ (1775-1836) :** ఫ్రెంచ్ గణితశాస్త్రజ్ఞుడు; తత్వశాస్త్రమందుకూడ పండితుడు. పిన్నవయస్సున చదువుకొనుకాలమున చాల ఇక్కట్టులకులోనై, పట్టుదలగలవాడగుటచే మొదట ప్యారిస్ పాలీటెక్నిక్ స్కూలులో గణిత ఆచార్యుడుగాను, తరువాత కాలేజి డీ ఫ్రాన్స్‌లో భౌతిక శాస్త్రాధ్యాపకుడుగాను ప్రసిద్ధినికాంచెను. లోకవిశ్రుతుడు కాకముందే, పిన్ననాటి పేదరికపుస్థితిలోనే అయస్కాంతమునకును, విద్యుత్ప్రవాహమునకు మధ్యగల పరస్పర సంబంధమును పరిశీలించుట కొరకు ప్రయోగములను ప్రారంభించి కొద్దివారములలోనే విజయవంతముగా ముగించగలిగెను. విద్యుద్గతిశాస్త్రము(ఎలక్ట్రోడైనమిక్స్)నకు ఈయన పితామహుడు. ఈయనపేరు విద్యుత్ప్రవాహపు యూనిట్‌నకు ఉంచబడినది. మే. వ. న.

**అంపియర్ నియమము :** వామహస్త సూత్రము; ఎడమచేతి చూపుడువ్రేలు చాచి, బొటనవ్రేలునకు మధ్యవ్రేలు లంబముగా నుండునట్లు ఉంచవలెను (చూ. చిత్రము ప్రక్క పుట).

బొటనవ్రేలును అయస్కాంత క్షేత్రము విస్తరించియుండు దిక్కునను, చూపుడువ్రేలును విద్యుత్ప్రవాహపు దిక్కునను ఉంచిన, మధ్యవ్రేలు ప్రవాహముపై క్షేత్రము నెరపు బలము ఏవైపు ముఖముగా నున్నదో తెలుపును. అయస్కాంతక్షేత్రముగుండ ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహ

ముపై ఆ క్షేత్రము బలము నెరపును. ఆ బలప్రయోగ ఫలముగ క్షేత్రతీక్ష్ణత అధికముగా నున్నచోటునుండి క్షేత్ర తీక్ష్ణత తక్కువగానున్న చోటువైపు ఆ ప్రవాహము నెట్టబడును. ఈ బలప్రయోగఫలమును సులభముగా తెలుపుటకై ఆంపియర్ తన వామ హస్తసూత్రమును సూచించెను.




అయస్కాంత క్షేత్రము వ్యాపించియున్న దిక్కు, విద్యుత్ప్రవాహము ప్రవహించు దిక్కు తెలిసినచో ఈ సూత్రము ననుసరించి ఎలక్ట్రిక్ మోటారులోనుండు భ్రమించు అవయవము ఎటువైపు తిరుగునో ముందు చెప్పవచ్చును. మే. వ. న.

**ఆంపియర్ యూనిట్** : సాధారణముగా యూనిట్ లన్నియు కృత్రిమముగా కల్పితములైనవి. విద్యుత్ప్రవాహమును కొలుచుటలో, దాని అయస్కాంత, తాపక, రాసాయనిక విశ్లేషణఫలములలో దేనినైన యూనిట్‌ను నిర్వహించుటకు ఉపయోగించ వచ్చును. అందువలన. విద్యుత్ యూనిట్‌లను నిర్దేశించుటలో భిన్నపద్ధతులున్నవి అందులో ముఖ్యమైనది అంతర్జాతీయ పద్ధతి.

ఈ పద్ధతిలో-అంపియర్ యూనిట్ : ఒక సెకనుకాలములో 11,180 మిల్లిగ్రాముల వెండిని రజతలవణద్రావణమునుండి వేరుపర్చగల విద్యుద్రాశి. మే. వ. న.

**అంశిక స్ఫటికీకరణము** : చూ. రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము (సాధారణ).

**అంశిక స్వేదనము** : చూ. రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము (సాధారణ).

**ఆక్టినియమ్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 89; సంకేతము Ac; పరమాణుభారము 227. రేడియో ధార్మికస్వభావముగల ద్రవ్యాల్ని పరిశోధించుచున్న సమయములో ఏడెబెర్నె 1899లో ఆక్టినియమ్ ఉనికిని మొదట కనుగొనెను. ఇది స్కాండియమ్ వర్గమునకు చేరియున్నది (చూ. స్కాండియమ్ వర్గము). * * *

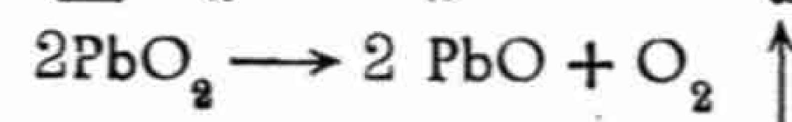
**ఆక్టేన్** : చూ. ఇంధనములు.

**ఆక్సిజన్** : ప్రకృతిలో విరివిగాలభించుటలో ఆక్సిజన్ అగ్రస్థానమును అలంకరించినది. గాలిభారములో ఐదవవంతు ఆక్సిజన్; మిగిలినది నైట్రోజన్. ఇది నీటిలో తొమ్మిదింట ఎనిమిది వంతులు సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది. భూపృష్ఠము నాశ్రయించియున్న శిలల, ఖనిజముల సముదాయములో సుమారు అర్ధభాగము దీనియౌగికములే. ఇది మనుష్యులు, పశు, పక్ష్యాది జంతుజాలముల మనుగడకు, వస్తువులు జ్వలించుటకుకూడ మూలాధారము. అందుచేతనే దీనికి ప్రాణవాయువు అన్న పేరు సార్థకమైనది.

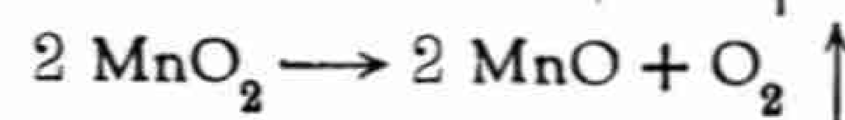
ఆక్సిజన్ ఉనికిని మొట్టమొదట 1774 లో ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని జోసెఫ్ ప్రీస్ట్లీ కనుగొన్నాడు. అయితే ఆక్సిజన్ పేరు పెట్టింది (1787) ఫ్రెంచ్ విజ్ఞాన బృందం. ఆ బృందానికి నాయకుడు లావ్వాజ్యే.

**లభించు మార్గములు** : దీని యౌగికములను విడగొట్టిగాని, గాలినుండి వేరుచేసిగాని ఆక్సిజన్‌ని పొందవచ్చును :

(i) బంగారము, వెండి, పాదరసము వంటి శ్రేష్ఠధాతువుల ఆక్సైడ్‌లు వేడిచేసినపుడు విచ్ఛేదించి ఆక్సిజన్ విడివడును. లెడ్ పెరాక్సైడ్, మాంగనీస్ పెరాక్సైడ్‌వంటి కొన్ని ధాతుడై ఆక్సైడ్‌లు కూడ తాపమువలన విఘటితమైనప్పుడు ఆక్సిజన్ బయల్వెడలును:

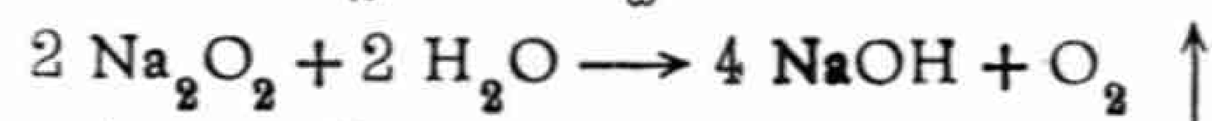


$$2PbO_2 \longrightarrow 2\ PbO + O_2 \uparrow$$



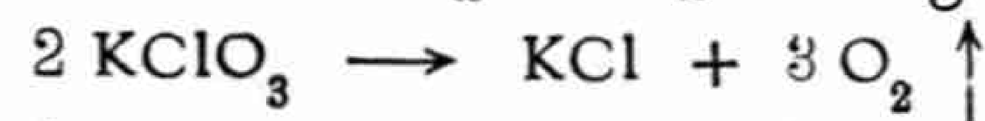
$$2\ MnO_2 \longrightarrow 2\ MnO + O_2 \uparrow$$

సోడియమ్, పొటాసియమ్ పెరాక్సైడ్‌లు నీటితో కలసినపుడు ఆక్సిజన్ వచ్చును:



$$2\ Na_2O_2 + 2\ H_2O \longrightarrow 4\ NaOH + O_2 \uparrow$$

(ii) ఆక్సిజన్‌యౌగికములగు లవణములనుండి : క్లోరేట్‌లు, పెర్మాంగనేట్‌లు, క్రోమేట్‌లు, కొంచెముకష్టముగా నైట్రేట్‌లు వేడిచేసినప్పుడు ఆక్సిజన్ లభ్యమగును:



$$2\ KClO_3 \longrightarrow KCl + 3\ O_2 \uparrow$$

(iii) కొంచెముగా అమ్లమును లేదా క్షారమును లేదా లవణమును చేర్చిన నీటియొక్క విద్యుత్‌విశ్లేషణమువలన ఆక్సిజన్‌ను పొందవచ్చును. 15% బేరియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్ గల జలద్రావణము ఈ పద్ధతిని ఋణాగ్రమువద్ద పరిశుద్ధమైన ఆక్సిజన్‌ని ఇచ్చును.

(iv) పరిశ్రమలకు కావలసిన ఆక్సిజన్‌ని గాలినుండియే వేరుచేయుదురు. ఈ వేరుచేయుట రాసాయనిక, భౌతిక విధానములనదగు రెండుభిన్నరీతుల జరుపవచ్చును:

గాలిని 'లిండే' పద్ధతిచే ద్రవీకరించి దానితో అంశిక స్వేదనము జరిపినచో ఎక్కువబాష్పశీలమగు నైట్రోజన్ ఒక యంత్రభాగముద్వారాను, తక్కువ బాష్పశీలమగు ఆక్సిజన్ వేరొక యంత్రభాగము నుండియు సంగ్రహించబడును.

శోధనాగారమందు తరుచుగా పొటాసియమ్ క్లోరేట్‌ను వేడిచేసి ఆక్సిజన్‌ని తయారు చేయుదురు. ఐదవవంతు మాంగనీస్‌డై ఆక్సైడ్‌ను పొటాసియమ్ క్లోరేట్‌కు చేర్చుట వలన చాల అల్ప తాపక్రమములోనే ఆక్సిజన్ వేరగును.

ఈ ప్రక్రియయందు మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ ప్రేరకము (కేటలిస్ట్)గా పనిచేయును (చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము).

భౌతికధర్మములు : ఆక్సిజన్ వాయువు; రంగు, రుచి, వాసనలేనిది. ద్రవస్థితిలో దీనికి లేతనీలిరంగు ఉండును. పరమాణ్వంకము : 8; పరమాణుభారము 16. సంకేతము 'O'. ఆక్సిజన్ ద్విపరమాణకము ($O_2$); త్రిపరమాణుక ఆక్సిజన్ 'ఓజోన్' ($O_3$) అను పేరుతో ఉన్నది. 0°C తాపక్రమము, ఒక వాతావరణము ప్రేషమువద్ద ఒక లీటరు ఆక్సిజన్ 1.4290 గ్రా॥ బరువు తూగుతుంది.

ద్రవ, క్వథనాంకములు : 183°C తాపక్రమమున దీని ద్రవమును హైడ్రోజన్ ద్రవముతో శీతలీకరించినచో అది నీలిరంగుకల ఘనద్రవ్యము అగును. దీని ద్రవీభవనాంకము '— 219°' C. ఇది నీటిలో స్వల్పముగ కరుగును. '20°' C వద్ద నూరు ఘ. సెం. మీ. జలములో సామాన్య ప్రేషములో 3 ఘ. సెం. మీ. ఆక్సిజన్ కరుగును. నీటిలోనుండు ఈ పరిమాణమే జలచరములకు ప్రాణాధారము. ఇదిగాక, ఈ స్వల్పద్రావ్యతయే మన ఊపిరితిత్తులలో ఉండు తేమలో ఆక్సిజన్ విలీనమై రక్తములోనికి ప్రవేశించుటకు కారణమగుచున్నది.

రాసాయనిక ధర్మములు : ఇది చాల చురుకైన మూల ద్రవ్యము. హేలొజన్‌లు, వెండి, బంగారము, ప్లాటినమ్‌తో తప్ప ఇతర మూలద్రవ్యములతో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించి ఆక్సైడ్‌లు ఏర్పడును. ఆక్సిజన్‌తో సంయోగప్రావీణ్యము హెచ్చుగాకల మూలద్రవ్యములు (సోడియమ్, భాస్వరము). ఈ వాయువులో స్వచ్ఛందముగా సామాన్యతాపక్రమములోనే మండును. మరికొన్ని (మగ్నీషియమ్, జింకు, రాగి) వేడిచేసినప్పుడు మండును.

నైట్రోజన్‌ను ఆక్సిజన్‌తో కలిపి విద్యుత్‌స్ఫులింగములకు గురిచేసినప్పుడుగాని, లేదా విద్యుచ్చాపమందుంచినగాని నైట్రిక్‌ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ సంయోగమే నైట్రిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమకు మూలము.

ఉపయోగములు : సాధారణముగా జీవిప్రాణమునకు ఆధారమగునదియేకాక, శ్వాసరోగములలో గాలికి బదులుగా ఆక్సిజన్‌ని రోగులచే పీల్పించుట వాడుకలోనున్నది. శస్త్రచికిత్సకు అనుకూలమగుమత్తును కలుగజేయుటకు ఎథిలీన్ ($C_2H_4$), ఆక్సిజన్ వాయువుల మిశ్రమును రోగి పీల్చునట్లు చేయుదురు.

స్ట్రాటో (గాలివీచని) వాతావరణములో ఎగురు విమానములలోను జలాంతర్గాములలోను ప్రయాణము చేయు వారలకు శ్వాసవ్యాపారమునకు ఆక్సిజన్ వాడుకలో ఉన్నది. ఎవరెస్టు పర్వతశిఖర విజయమునందు ఆరోహకులు ఆక్సిజన్ సిలెండర్‌లను కూడ తమతో మోసికొనిపోయిరి. ఒకదానిలో నొకటి దూరి రెండిటికి సమాన కేంద్రము గల గొట్టములలో లోపలి దానిగుండా ఆక్సిజన్‌ని, పైదాని గుండా హైడ్రోజన్‌నిగాని, ఆసిటిలిన్‌నుగాని పంపి ఆ వాయు మిశ్రమమును వెలిగించినచో లభ్యమగు జ్వాల హైడ్రోజన్‌తో 1800° C, ఆసిటిలీన్‌తో 3300° C తాపక్రమములను ఇచ్చును.

ఈ పరికరమునకు ఆక్సీ - హైడ్రోజన్ లేదా ఆక్సీ -ఆసిటిలీన్ ధమని అని పేరు. ప్లాటినమ్‌ధాతువులతో పనిచేయుటకు ఉక్కునుగాని, ఇనుమునుగాని కోయుటకు, అతుకుటకు ఈ ధమని ఉపయోగించును. హైడ్రోజన్ ఆసిటిలీన్‌లకు బదులుగా నేలబొగ్గునుండి తయారగువాయువునుకూడ వాడుక చేయవచ్చును. ఆక్సిజన్ ద్రవమును బొగ్గుపొడితో కలుపగా వచ్చిన మిశ్రమును తూటాలలో కెక్కించి శిలలను భేదించుటకు విదారకద్రవ్యముగా ఉపయోగించవచ్చును.

ఆక్సిజన్ సమస్థానీయములు : 1929 లో గియాక్, జాన్‌స్టన్ అను రాసాయనికులిద్దరు ఆక్సిజన్ అణువర్ణపట పరిశీలనవలన ఆక్సిజన్‌లో 16 పరమాణుభారము గల దానితో కలిసి 17, 18 పరమాణుభారములుగల సమస్థానీయమములు కలవని నిరూపించిరి. సాధారణ ఆక్సిజన్‌లో ఈ మూడును అనగా $O_{16}$, $O_{17}$, $O_{18}$ లు నూరు భాగములలో క్రమముగా 99.76, 0.20, 0.04 ఉండునని నిర్ణయించిరి.

ఆక్సైడ్‌ల వర్గీకరణ : మూలద్రవ్యములు ఒక్క ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించినపుడు ఏర్పడు యౌగికములకు ఆక్సైడ్ లనిపేరు. ఆక్సైడ్‌లను 6 తరగతులుగా విభజింపవచ్చును.

ఆసిడ్ ఆక్సైడ్‌లు : అధాతువుల (గంధకము, భాస్వరమువంటివి) ఆక్సైడ్‌లు నీటిలోకరిగి ఆమ్లములనిచ్చుటచే వీటికి ఆసిడ్‌ఆక్సైడ్‌లు అనిపేరు వచ్చినది. ఉదాహరణములు : సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ - సల్ఫ్యూరస్‌ఆసిడ్ ; సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ - సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ; నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్ - నైట్రిక్‌ఆసిడ్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ - కార్బానిక్ ఆసిడ్.

ఇవినీటిలో కలసినపుడు ఆమ్లములు లభించును కనుక వీటిని ఉదకవర్జితామ్లములని లేదా నిరుదము (ఎన్‌హైడ్రైడ్) లనవచ్చును.

లవణాధార ఆక్సైడ్‌లు : ఇవి ధాతువుల యొక్క ఆక్సైడ్‌లు. ఆమ్లముతో రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణము ఏర్పడుటచే వీటికి లవణమూలములనియు, లేదా లవణాధారములనియు పేరు. నీటిలోకరుగుస్వభా

వము గల లవణాధారఆక్సైడ్‌లకు క్షారములని పేరు. లిథియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్ మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ - ఇవి క్షార ఆక్సైడ్‌లను ఇచ్చును; తక్కిన ధాతువులు లవణాధార ఆక్సైడ్‌లను ఇచ్చును.

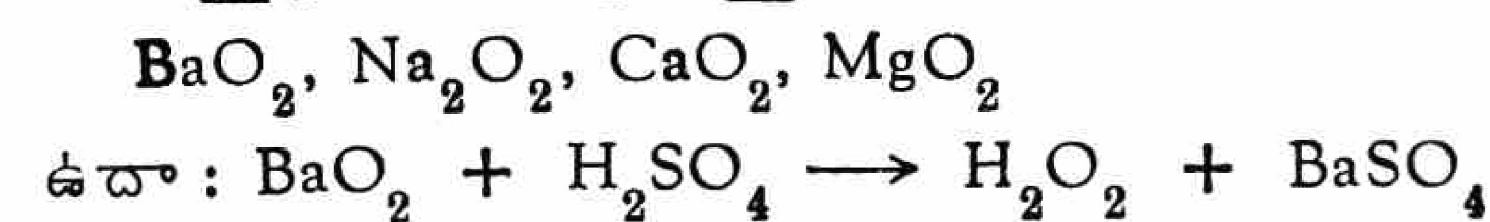
తటస్థ ఆక్సైడ్‌లు: పై రెండు తరగతులలో చేరనివి. అనగా నీటిలోకరిగి ఆమ్లములనుగాని, లవణాధారములనుగాని జనింపజేయవు. ఉదా: నైట్రస్ ఆక్సైడ్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, నీరు.

ద్వంద్వగుణ ఆక్సైడ్‌లు: ఆమ్లపరిసరములందు లవణాధారములుగను, క్షారపరిసరములందు ఆమ్లములుగను, ఆచరించు ఉభయ ధర్మములుగల ఆక్సైడ్‌లు. ఉదాహరణము: అల్యూమినియము ఆక్సైడ్‌లు ($Al_2O_3$) జింకుఆక్సైడ్ ($ZnO$), ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్ ($As_2O_3$).

డైఆక్సైడ్‌లు: ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువుతో రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులు సంయోగించుటవలన ఏర్పడిన ఆక్సైడ్‌లు:

లెడ్ డైఆక్సైడ్ ($PbO_2$), మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ($MnO_2$). హెచ్చుతాపక్రమములో ఇవి ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువును కోల్పోయి మోనాక్సైడ్‌లు ($PbO, MnO$)గా మారును. అందువలన వీటికి సూపర్ ఆక్సైడ్‌లను పేరు కూడ కలదు.

ఈ డైఆక్సైడ్‌లలో అవాంతరభేదము పెరాక్సైడ్‌లు, ఇవి నీటితోగాని విలీనామ్లముతో గాని హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌ను ఇచ్చు ఆక్సైడ్‌లు:

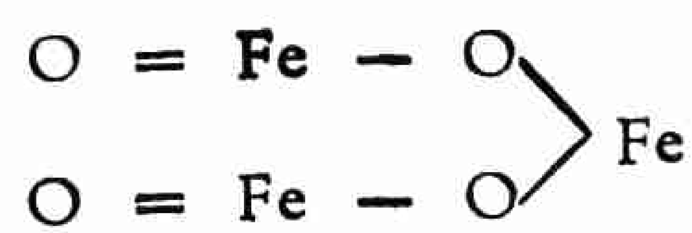


$BaO_2$, $Na_2O_2$, $CaO_2$, $MgO_2$

ఉదా: $BaO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2O_2 + BaSO_4$

లవణాత్మక ఆక్సైడ్‌లు: లవణములుగా భావింపబడుటకు వీలైన ఆక్సైడ్‌లు:

ఫెర్రోసోఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్($Fe_3O_4$): దీనిని లవణాధార ఆక్సైడ్ ($FeO$), ఆసిడ్ఆక్సైడ్ ($Fe_2O_3$) ఈరెండిటి లవణముగా భావించవచ్చును:




అట్లే ట్రైప్లంబిక్ టెట్రాక్సైడ్ ($Pb_3O_4$)ను ప్లంబిక్ ఆసిడ్ యొక్క ప్లంబస్‌లవణముగా భావించవచ్చును. [చూ. ఓజోన్, హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్] సి.వి.కృ.మూ.

**ఆక్సీకరణము - ఆక్సీహరణము:** ఒక మూలద్రవ్యముగాని, యౌగికముగాని ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించుటకు 'ఆక్సీకరణము' అందురు. ఇదికాక ఏదేని యౌగికము హైడ్రోజన్‌ని నష్టపోయినను ఆ ప్రక్రియ ఆక్సీకరణమని పిలువబడును. రాసాయనికశాస్త్ర వికాస ప్రథమదశలలో పర్యాప్తమైనట్లు తోచినను ఈ నిర్వచనము కాలక్రమేణ నూతనముగ ఆవిష్కృతములైన భూతార్థముల సమన్వయమునకై విస్తరింపబడినది. కొన్ని విధములగు యౌగికములు ద్రావణస్థితిలో విద్యుదావిష్టశకలముల (అయన్‌ల) క్రింద వేరు పడునని అయన్ సిద్ధాంతముచే నిరూపించబడినపుడు ధనఅయన్‌లు తమ ధన విద్యుదావేశమును ఎక్కువ చేసికొనుటకూడ ఆక్సీకరణసంఘటన పరిధిలోనికి తేబడినది. ధనావేశాతిశయము ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంత దృష్టిలో యౌగికము ఎలక్ట్రాన్ (ఋణావేశపు యూనిట్)ను కోలుపోవుటయేయగును. అందువలన ఒక మూలద్రవ్యముగాని యౌగికముగాని ఎలక్ట్రాన్‌లను కోలుపోవు సందర్భమున అది ఆక్సీకరించబడినది అనబడును.

ఆక్సీహరణప్రక్రియ ఆక్సీకరణప్రక్రియకు విరుద్ధ సంఘటన. అందువలన పై నిరూపించిన ఆక్సీకరణసంఘటనల వైవిధ్యదృష్టిలో ఆక్సీహరణమును ఇట్లు నిర్వచింపవచ్చును.

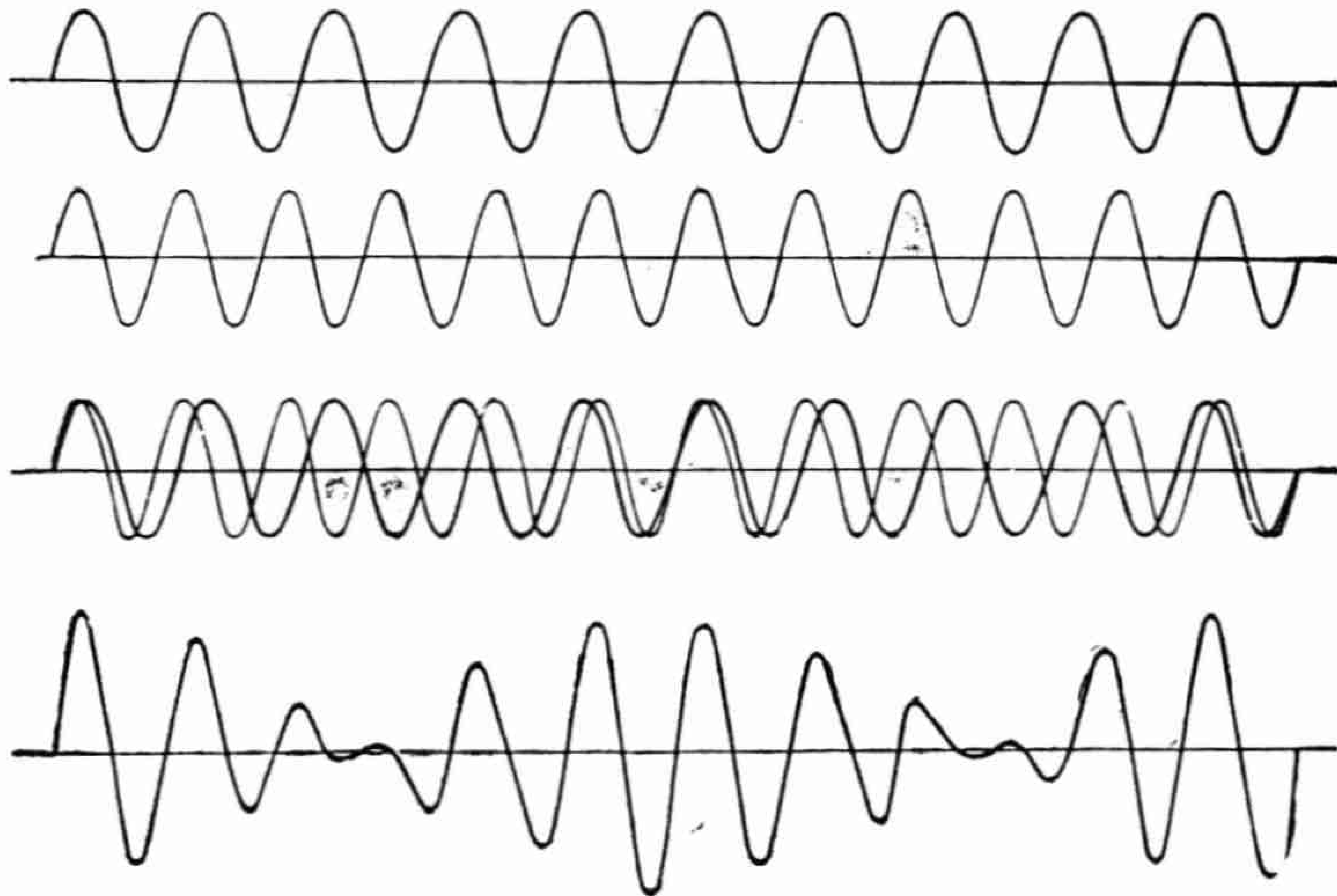
1. మూలద్రవ్యముగాని, యౌగికముగాని ఆక్సిజన్‌ని నష్టపోవుట;
2. అట్లే హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించుట;
3. అయన్‌పై ఋణావేశమెక్కువగుట లేదా తటస్థ ద్రవ్యము ఋణావిష్టమగుట;
4. ద్రవ్యము ఎలక్ట్రాన్‌ల తన రచనలోనికి గ్రహించుట.

మే. వ. న.

**ఆక్సైడ్‌లు:** చూ. ఆక్సిజన్.

**అఘాతస్వరములు:** పౌనఃపున్యమందు కొంచెము భేదముకల రెండు ధ్వనితరంగములను జనింపచేసినచో ఆ రెండుతరంగములు కలిసి ఇచ్చుధ్వనిలో ఉచ్చావచక్రమమొకటి వినిపించును. అనగా, ధ్వని ఒకప్పుడు బిగ్గరగాను, తరువాత నెమ్మదిగాను వినిపించును. ఒకతరంగపంక్తిలో తరంగవాహకములగు వాయుకణముల సంయోగవిభాగములు ఇంకొక దానిలోకన్న కొంచెము ఎక్కువ విలంబముతో జరుగుచుండును. ఒకక్షణమందు శ్రోతచెవివద్దకు రెండు తరంగపంక్తులందలి సంయోగములు ఒకదానితో నొకటి కలిసివచ్చుటచే పరస్పరము బలపరచుకొని ధ్వని బిగ్గరగా వినబడును. కొంచెము సేపైనతరువాత ఒకతరంగపంక్తిలోని సంయోగము ఇంకొక తరంగపంక్తిలోని విభాగముతో మేళవించుటచే ఆ రెండుతరంగములు కొంతమట్టుకు పరస్పరము రద్దుచేసికొనును. అప్పుడు ధ్వని హీనముగా వినబడును. ఇట్లు రెండుతరంగపంక్తుల కలయికవలన సంభవించు తరంగతీక్ష్ణతలోని ఉచ్చావచక్రమమునకు అఘాత

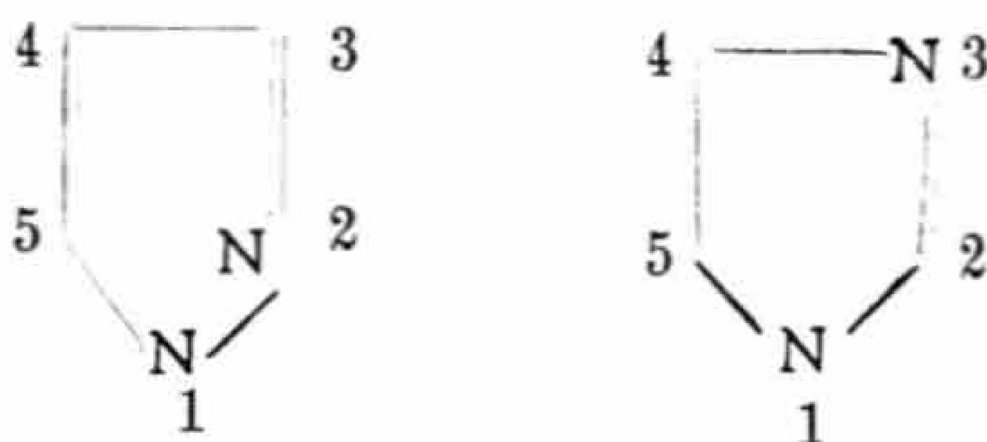
స్వరములు (బీట్స్) అనిపేరు. ఒక సెకనులో వినిపించు ఆఘూతములసంఖ్య ఆ రెండుతరంగపంక్తుల పౌనఃపున్యముల భేదమునకు సమముగా ఉండును. చిత్రమందు సెకనుకు 10, 12 కంపనములు గల రెండుతరంగశ్రేణులు ప్రత్యేకముగా పైనుండి 1, 2 లలో చూపబడినవి. ఒక దానితో నొకటి కలసి పయనించువిధము 3 నందు చూడ నగును. ఈ మిశ్రణఫలము నాల్గవచిత్రములో మరియొక తరంగరూపమున చూపబడినది. ఈ ఫలితతరంగపు పౌనఃపున్యము, ఘటక తరంగ పౌనఃపున్యముల భేదము (12 - 10) = 2. అనగా, ఆఘూత పౌనఃపున్యము 2. ఆ ఘూత స్వరములను ప్రాయోగికముగా క్రింది విధమున చూపవచ్చును :


రెండు భిన్నకంపనసంఖ్యగల తరంగముల కలయికవలన ఏర్పడు ఆఘూతములు

సమానకంపన సంఖ్య లేదా, పౌనఃపున్యము గల రెండు స్వన ద్విభుజము(ట్యూనింగ్ ఫోర్క్) లను తీసికొని ఒక దాని భుజముకొనను కొంచెము మైనమును అంటించిన దీని కంపన సంఖ్య కొంచెముతగ్గును. ఇప్పు డీరెంటిని ధ్వనింప చేసిన మిశ్రధ్వని ఆఘూతస్వరూపముగా వినిపించును.

రెండు వివిధపౌనఃపున్యములు కలిపి ఆఘూతపౌనఃపున్యమును సాధించి దానిని ఉపయోగించుపద్ధతి నేడు మిక్కిలి వాడుకలోనున్న సూపర్ హెటరొడైన్ రేడియో సంగ్రాహకములలో ఉపయోగపడుచున్నది. మే. వ. న.

**అజోల్‌లు :** పంచఘటక విషమ వలయ యౌగికముల రెండు ఘటకముల స్థానములు నైట్రోజన్‌చే ఆక్రమితమైన కార్బన్ యౌగికములకు 'ఆజోల్'లు అని పేరు.



ఆజోల్ సాంకేతికము మే. వ. న.

**ఆటం బాంబు:** గతశతాబ్దపు చివరవరకు శక్తి బహు రూపములుగ ఉండవచ్చునని శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయపడిరి. వేడి వెలుతురుగగాని, విద్యుత్తురూపమునగాని, వేగముగ గాని, కాయకష్టమువలెగాని, రాసాయనికశక్తి రూపమున గాని, ఇట్లు పలువిధములుగ ఉండవచ్చుననియు, ఈ అన్ని రూపము లును ఒక రూపమునుండి, మరొకరూపములోనికి మారగలవనియుకూడ తెలియును.

అయితే శక్తికి ఇన్నిరూపము లున్నప్పటికిని, అది వస్తువులను ఆశ్రయించియే మనకు గోచర మగుచున్నది. అప్పటివారిఊహలు ఏమన : ద్రవ్యమువేరు, శక్తివేరు యని. ద్రవ్యమునకు నాశములేదు శక్తికి నాశము లేదు అను రెండు మూల సూత్రము లను ఆధారము చేసికొని అనేక భౌతిక, రాసాయనికపు మార్పు లను అర్థముచేసికొనెడివారు.

కాని, ఐన్‌స్టయిన్ సాపేక్షతా సిద్ధాంతప్రకారము కదలకుండ ఉన్నప్పటికంటె వేగముగ వెళ్ళునపుడు వస్తువునకు బరువు ఎక్కువగును ; కొంచెము సూక్ష్మముగ ఆలోచించిన ఈ సూత్రములోని అంతరార్థము తెలియకపోదు. వేగము శక్తియొక్క రూపము కనుక, వేగము కలిగినపుడు వస్తువు బరువు వృద్ధిఅయినచో ద్రవ్యముకూడ శక్తియొక్క మరొక రూపమనుకొన వచ్చునేమో!

అప్పుడు పైనిచెప్పిన ద్రవ్యమునకు నాశములేదు. శక్తికికూడ నాశములేదు - అను రెండు సూత్రములు ఒకే విషయమును తెలియజెప్పుచున్న వన్నమాట. ద్రవ్యము కూడ శక్తియొక్క ఒకరూపభేదమను ఈ ప్రధాన సూత్రము నాధారము చేసికొనియే తద్‌జ్ఞులు అటంబాంబును కలగనిరి, ఊహించిరి, సృజించిరి.

**ద్రవ్యము శక్తిరూపముగ మారునా? :** శక్తికిబహు రూపములున్నను, ఒకరూపమునుండి మరొకరూపములోనికి మారగలదని తెలిసికొంటిమి. అయిన, ద్రవ్యముకూడ శక్తికి ఒకానొక రూపమే అయినపుడు ద్రవ్యమును శక్తి

యొక్క మామూలు రూపములలోనికి (ఉదా: వేడిగను, వేగముగను) మార్చగలమా ? ఇది ఒకవిధమున సాధ్యమగుపని కాదు. అంత తేలికపని అయిన, మిగతవాటి పూరణమునకువలె, ద్రవ్యముకూడ శక్తియొక్క ఒకరూపభేదమే నని శాస్త్రజ్ఞులు ఏనాడో తెలిసిగొనగలిగెడివారు.

ఒకవేళ ఈమార్పు సాధ్యమయిన కొంచెముద్రవ్యము ఎంతోశక్తికి సమానము. ఒక ఔన్సు (2½ తులములు) ద్రవ్యమును పూర్తిగ శక్తిలోనికి మార్చగలిగిన, సుమారు 707,000,000 కిలోవాట్ గంటలశక్తి తయారగును. ఇది విద్యుత్తురూపములోనికి వచ్చిన, కలకత్తావంటి (30, 40 లక్షలప్రజలుండే) పెద్దనగరమునకు ఒకనెలరోజులపాటు సరిపోవు నన్నమాట.

$E = mc^2$; ఇందు $E$ = శక్తి ; $m$ = ద్రవ్యరాశి ; $c$ = కాంతియొక్కవేగము.

$c$ = యొక్క విలువ సెకనుకు $3 \times 10^{10}$ సెంటిమీటర్లు ; $c^2 = 9 \times 10^{20}$ అంటే తొమ్మిదివందలకోట్ల కోట్లకోట్లు-ఎంతయో పెద్దసంఖ్య. అందుచే కొంచెము ద్రవ్యము తీసికొని, దానిని మార్చగలిగిన శక్తి చాలవచ్చును.

పరమాణు కేంద్రకములో జరుగు మార్పులవలన బయల్పడుశక్తి నూతనమైనదే. కాని, ఆటంబాంబులు తయారుచేయుటకు రేడియో ధార్మికద్రవ్యములనుండి సహజముగ బయల్పడు శక్తి సరిపోదు. కారణమేమన, ఈ మార్పులన్నియు నెమ్మదిగ జరుగుచున్నవి. బాంబుకు కావలసినంత వేగముగ జరుగుటలేదు. ఈ వేగమును హెచ్చించుట కూడ మనకు సాధ్యమగు పని కాదు. రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములలో ఎన్ని భౌతిక రాసాయనికపు మార్పులు సంభవించినను, అవి వాటిధోరణియందే యుండునుకాని, మనమాట వినవు.

ద్రవ్యమును శక్తిగ మార్చగలమా ? : సహజముగా రేడియో ధార్మికములగు ద్రవ్యములనుండి బయటకువచ్చు శక్తికి కారణము ద్రవ్యము కొంత శక్తిగ మారుటయే. ప్రోటాన్‌లు, ఆల్ఫాకణములు మొదలయిన ప్రధానకణములను అల్యూమినియమువంటి మామూలు ద్రవ్యములపై ప్రయోగించినపుడు, పరమాణు కేంద్రకమున కలుగు మార్పుల ఫలితముగ ద్రవ్యము కొంత శక్తిగ మారుచున్నది. కాబట్టి, సహజముగా రేడియో ధార్మికములగు ద్రవ్యములనుండి (మానవుని అదుపు, ఆజ్ఞలలోని పరిమాణములలో) ద్రవ్యము శక్తిగ మారుటయేగాక, మన ప్రయోగముల వలనకూడ ఇట్టిమార్పును తీసుకొని రావచ్చును. ఈ విధముగ మార్పుచెందు ప్రతి పరమాణు కేంద్రకము ఒకచిన్నబాంబే. కాని, ఇట్టి ప్రయోగములలో కూడ పెద్దబాంబు చేయుటకు సరిపడుశక్తి వెలువడలేదు.

న్యూట్రాన్‌ల ప్రయోగము - యురేనియమ్ ఫిషన్ : పరమాణు కేంద్రకములలో మార్పులు తీసికొనివచ్చుటకు విద్యుదావేశముగల ప్రోటాన్‌లు, డోయిట్రాన్‌లు, ఆల్ఫాకణములుతగినవికాని, వీటికన్న విద్యుత్తులేని న్యూట్రాన్‌లు పెట్టినది పేరు. అవి పరమాణు కేంద్రకమువరకు నిరాటంకముగ పోగలవు. అందునను వేగముగల న్యూట్రాన్‌ల కంటె, నెమ్మదిగవెళ్ళు న్యూట్రాన్‌లే ఈపనిని సులభముగ చేయగలవు. ఇవి పరమాణు కేంద్రకములోని సహజమైన వాతావరణమును ఆకులితముగాచేసి, అందు మార్పులు తెచ్చును.

ప్రకృతిలో దొరకు పరమాణువు లన్నిటికన్న పెద్దదైన యురేనియమ్ కేంద్రకముపై న్యూట్రాన్‌లను దాడిపంపినపుడు, మరికొన్ని మార్పులతోపాటు ఆ కేంద్రకము రెండు ముక్కలుగ విచ్ఛిన్నమగును. ఈ విచ్ఛిన్న మగుటకు 'ఫిషన్' (విదళనము) అందురు. విచ్ఛేదనము చెందిన ప్రతి యురేనియమ్ పరమాణువును సుమారు 200mev (మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు) శక్తి*నిచ్చును. ఒకటన్ను (సుమారు 747 వీసెలు) నేలబొగ్గు మండిన వచ్చువేడి కావలెననిన (ఇది 3,000 కోట్ల అర్గ్‌లు) ఒకకోటికోట్లకోట్లు ($1 \times 10^{21}$) యురేనియమ్ పరమాణువులు ఫిషన్ చెందవలెను. ఇన్ని పరమాణువులు ఎక్కడ దొరుకునని అనుకొననక్కరలేదు. సన్న ఆవగింజకంటె చిన్నదైన యురేనియమ్ ముక్కలో ఇన్ని పరమాణువులు ఉండును. కాని, కావలసినదేమన తీసికొనిన యురేనియమ్‌లోని అన్ని పరమాణువులును విచ్ఛేదనమును చెందవలెను. ఇది కష్టము. ఈ గడ్డు సమస్యను దాటగలిగిన ఆటంబాంబు తయారు అయినదన్నమాట. అనేకవేల శాస్త్రజ్ఞుల సహాయము తీసికొని, వారికి కావలసిన సదుపాయములను కలుగజేసి వారికి సంపూర్ణాధికారములనిచ్చి అమెరికా ప్రభుత్వము ఈ దుర్ఘటకార్యమును సాధించెను (1945).

గొలుసుకట్టు మార్పు: యురేనియమ్‌మీదకు న్యూట్రాన్‌లను పంపినపుడు వాటిలో కొన్ని యురేనియమ్ పరమాణువులను విచ్ఛేదనము గావించును. ఇట్లు పగిలిన ప్రతి యురేనియమ్ పరమాణువునుండి ఒకటి రెండు న్యూట్రాన్‌లు గూడ పైకి వచ్చును. ఈ క్రొత్త న్యూట్రాన్‌లు (విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌లు) మిగిలిన యురేనియమ్ పరమాణువులలో కొన్నిటికి తగిలి, తిరిగి ఫిషన్ కలుగజేసిన, ఆ ఫిషన్‌వలన మరికొన్ని న్యూట్రాన్‌లు పర్ప

* 1mev $= 1 \cdot 6 \times 10^{-6}$ అర్గ్‌లు

డును. ఇట్లు అల్లుకుపోయివున్న యురేనియమ్ పరమాణువు లన్నియు విచ్ఛేదనమొంది, కొంతద్రవ్యము మారి శక్తి ఉత్పన్నము కావలెను. యురేనియమ్‌లో ఏవో రెండుమూడు పరమాణువులు, మనము పంపిన న్యూట్రాన్‌ల వలన విచ్ఛేదితమైన, ఆ న్యూట్రాన్‌ల వలన మిగిలిన పరమాణువులుకూడ విచ్ఛేదితములగును. దీనికే 'వరుస మార్పు' అనిగాని 'గొలుసుకట్టు ప్రక్రియ' అనిగాని పేరు. ఈ వరుస మార్పుకు అనుకూలమైన పరిస్థితులను మనము కల్పించిన అది క్షణకాలములో జరిగిపోయి అపారమైన శక్తిని వెదజల్లును.

ఏ పరిస్థితులలో వరుస మార్పు జరుగును?: మామూలుగ, ప్రకృతియందు దొరకు యురేనియమ్‌పై తక్కువ వేగముగల న్యూట్రాన్‌లను ప్రయోగించినపుడు యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణువులు కొన్ని విచ్ఛేదములగును. విచ్ఛేదన కార్యములో జనించిన న్యూట్రాన్‌లు అధిక వేగము కలిగియుండును. ఆ యురేనియమ్‌నందే బరువు 238 గల పరమాణువులు చాల గలవు. వేగముగల విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌లు చాలవరకు ఈ యురేనియమ్$^{238}$ పరమాణు కేంద్రకములలో చేరిపోవును. యురేనియమ్$^{238}$, వేగముగల న్యూట్రాన్‌లను తనలో ఇముడ్చుకొని, యురేనియమ్$^{239}$గ మారిపోవునుగాని, విచ్ఛేదితమగుటకు ఇష్టపడదు. మామూలు యురేనియమ్‌లో ప్రతి 140 యురేనియమ్$^{238}$ పరమాణువులకు, ఒక యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణువు మాత్రమే గలదు. యురేనియమ్$^{235}$తో పాటు విచ్ఛేదన మొందుటకు సంసిద్ధమైనను, విదళనములో జనించిన న్యూట్రాన్‌లయందు చాలభాగమును యురేనియమ్$^{238}$ తీసికొనుచుండుట వలన, యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణువులకు న్యూట్రాన్‌లు ఎక్కువదక్కవు. అందుచే 'వరుస విచ్ఛేదనము' సాగదు. కాని దీనిని పరిహరించుటకు మార్గాంతరములు లేకపోలేదు.

విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌ల వేగము తగ్గించుట: విచ్ఛేదన న్యూట్రాన్‌ల వేగము తగ్గించుటకు యురేనియమ్‌లో కొన్ని తేలిక పరమాణువులను కలుపవలెను. ఈ పనికి గ్రాఫైట్ రూపమున నున్న బొగ్గును ఉపయోగింతురు (హైడ్రోజన్‌గాని ఆక్సిజన్‌గాని; ఈ రెండునుగల నీరుగాని-ఇందు ఏవి అయిననుకూడ కలుపవచ్చును). బొగ్గు న్యూట్రాన్‌లను హరించదు; వాటి వేగమును మాత్రమే తగ్గించును. విదళన న్యూట్రాన్‌ల ఉపయోగమును పొందవలెననిన, అవి యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణువులకే తగులు నటుల చేయవలెను. అందుకు న్యూట్రాన్‌లు ఇతరత్రా పోవుమార్గములను అరికట్టవలెను. యురేనియమ్‌నందు కాని, దానిలో మనము చేర్చిన బొగ్గుయందుకాని, మలిన పదార్థములున్నచో అవి న్యూట్రాన్‌లను తమలోనికి తీసికొనును. అందుచేత యురేనియమ్‌ను, బొగ్గును బాగుగ శుభ్రపరచవలెను.

వరుసమార్పు జరుగుటకు అనుకూలముగ పేర్చినపేర్పు: పరిశుభ్రముగా చేయబడిన గ్రాఫైట్ (ఒక రకపుబొగ్గు)లో మలినరహితముగ చేయబడిన సామాన్య యురేనియమ్‌ను, దానిని (ఇందులో యురేనియమ్,$^{235}$ యురేనియమ్$^{238}$ ఈ రెండు రకముల పరమాణువులు 1 : 140 నిష్పత్తిలో నుండును.) లెక్కలుకట్టి నిర్ణయింపబడిన తావులయందు అమర్చవలెను. యురేనియమ్‌కు, యురేనియమ్‌కు మధ్య కాడ్మియమ్ పూసిన ఇనుప తలుపులను పెట్టిరి. కాడ్మియమ్ ధాతువు న్యూట్రాన్‌లను అమితముగ తనలోనికిహరించును. ఈ తలుపులు అడ్డుపెట్టినపుడు ఒకచోటనున్న యురేనియమ్‌లో ఫిషన్ వలన ఏర్పడిన న్యూట్రాన్‌లు ఇంకొక చోటనున్న యురేనియమ్ పరమాణువుల వరకు పోలేవు - మధ్యనున్న కాడ్మియమ్ వాటిని అపహరించును కనుక, ఈ తలుపులను ఎంత కావలెనన్న అంత తెరువవచ్చును. ఈ గ్రాఫైట్‌లోనే ఒకచోట మొదటి న్యూట్రాన్‌లను తయారుచేయు సరకును (రేడియమ్, బెరిలియమ్ మిశ్రమును) ఉంచవలెను. దీనినుండి కొన్ని న్యూట్రాన్‌లు గ్రాఫైట్ ద్వారా దూరి యురేనియమ్ ఉన్నచోటికి వెళ్లును. గ్రాఫైట్ కేంద్రకములకు తగిలి ఈ న్యూట్రాన్‌ల వేగము తగ్గిపోవును. అందుచే తక్కువ వేగముగల ఈ న్యూట్రాన్‌లు యురేనియమ్$^{238}$ పరమాణువులచే హరింపబడక మిగిలిన యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణు కేంద్రకములను విదళనము చెందించును. విచ్ఛేదనములో ఏర్పడిన న్యూట్రాన్‌లు అధిక వేగము కలిగియుండును. ఒకచోట యురేనియమ్‌నుండి అవి బయలుదేరి మరొకచోట యురేనియమ్ వద్దకు వెళ్ళులోపల మధ్యనున్న గ్రాఫైట్ కేంద్రకములకు తగిలి వేగము కోల్పోయి మెల్లనగుచున్నవి. అందుచే, రెండవచోటి యురేనియమ్‌లోని బరువు 235గల పరమాణు కేంద్రకములనే తిరిగి విచ్ఛేదన చెందించును. ఇదే వరుస మార్పు. కాడ్మియమ్ పూసిన ఇనుప తలుపులు తీసినకొలిది ఈ మార్పులు ఎక్కువగ జరుగును. మరల తలుపులు అడ్డు పెట్టగనే, ఈ మార్పులు ఆగిపోవును. ఈ చురచుర అంతా ఒక్కసారిగ ఆపివేయవచ్చును. అనగా, మన అదుపాజ్ఞలలోనుండు వరుసమార్పు సాధ్యమయినదన్నమాట.

యురేనియమ్$^{235}$బాంబు: యురేనియమ్$^{238}$పరమాణువులు లేకుండా, యురేనియమ్$^{235}$పరమాణువులేఉన్నప్పుడు అధిక వేగముతో విచ్ఛేదనము జరుగును. విచ్ఛేదనము

మొదలుపెట్టుటకు యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణువులమీదికి న్యూట్రాన్‌లను మనము పంపినపంపవచ్చును. లేదా, ఏ కాస్మిక్ కిరణములు తగులుటవల్లనో విదళనము మొదలు కావచ్చును. ఈ రెండువిధములు కాకపోయినను యురేనియమ్$^{235}$పరమాణు కేంద్రకములలో కొన్ని వాటంతటవే విచ్ఛేదనముచెందును. ఈ విచ్ఛేదనము జరిగినపుడు బయటకు వచ్చు న్యూట్రాన్‌లు మరల విదళనముకలిగించి, ఆ విచ్ఛేదనములవలన ఇంకావిచ్ఛేదనములు జరుగుతూ, ఇలా వరుస మార్పు జరుగును.



నాగసాకీనగరముపై ఆటంబాంబు ప్రయోగము.

కొన్ని విశిష్టపద్ధతులను ఉపయోగించి ఖనిజములనుండి లభ్యమైన యురేనియమ్ నుండి యురేనియమ్$^{235}$ను వేరుదీసి ఆటంబాంబు సృష్టికి వాడుచున్నారు.

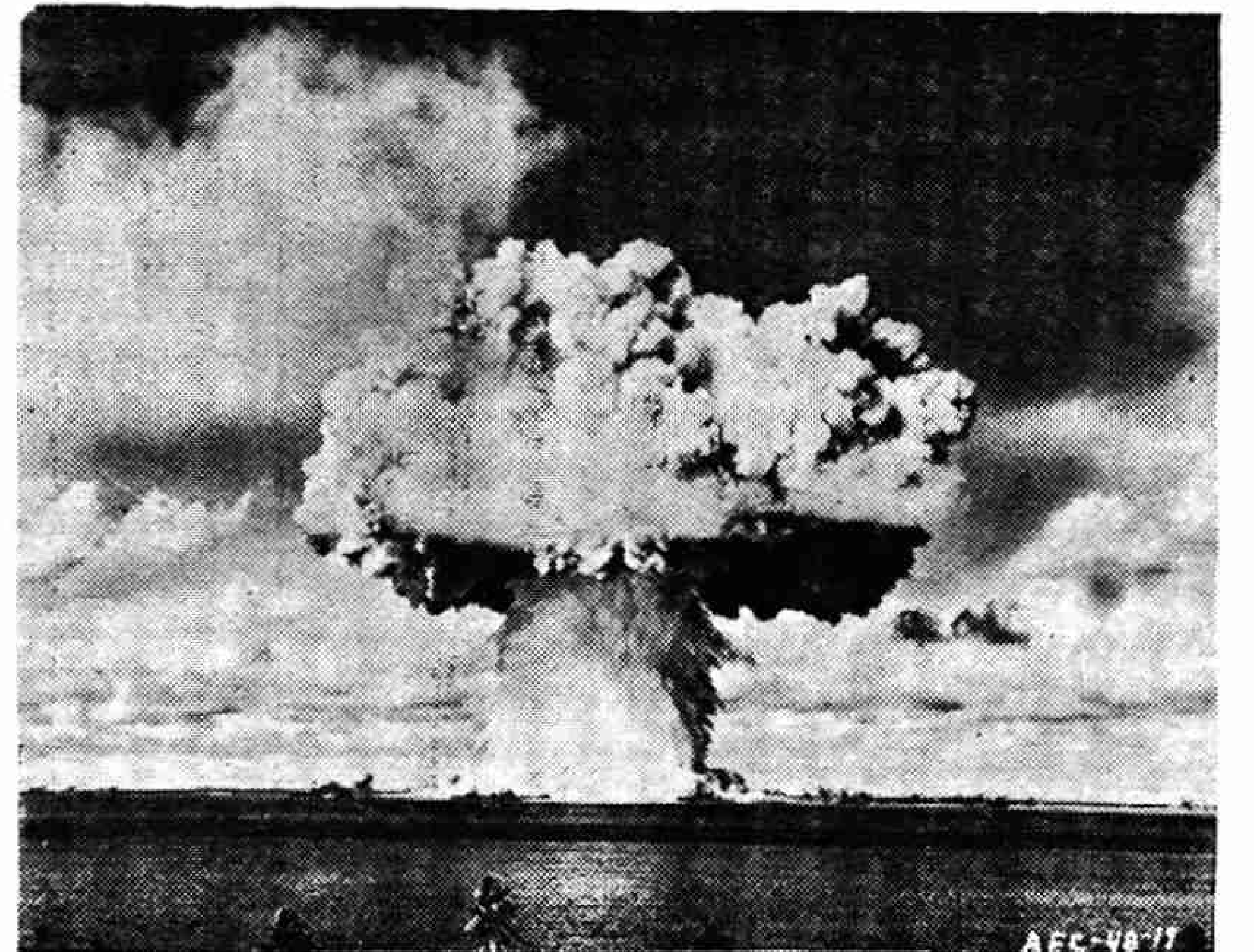
ఈ యురేనియమ్$^{235}$పరమాణువులను సుమారు అయిదారుపౌనులు చేసి ఒకచోట చేర్చినచో ఆటంబాంబు అగును.

ప్లుటోనియమ్ బాంబు: 94 వ మూలద్రవ్యమయిన ప్లుటోనియమ్ అధికముగ విచ్ఛేదనముచెందు లక్షణము గలది. అందుచే ఆటంబాంబు తయారుచేయుటకు పనికి వచ్చును. కాని, సహజముగ ప్రకృతిలో ఏ వస్తువులోను ఈ పదార్థము ఇంతవరకు కానరాలేదు. దీనిని యురేనియమ్$^{238}$ పరమాణువులనుండి తయారుచేయవలెను. ఇట్లు తయారుచేయుటకు న్యూట్రాన్‌లు కావలెను.



న్యూమెక్సికో ఎడారిలో మొదటి ఆటంబాంబు పరీక్ష

యురేనియమ్$^{235}$బాంబుకంటె ప్లుటోనియమ్ బాంబు అన్నివిధముల శ్రేష్ఠమైనది. మొట్టమొదట చెప్పుకొనవలసిన కారణమేమన ప్లుటోనియమ్ అనునది యురేనియమ్$^{235}$కంటె విశేషముగ విచ్ఛేదనముచెందుగుణము గలది. రెండవకారణము: మామూలు యురేనియమ్‌లోని



బికినీలో ప్రేల్చిన ఆటంబాంబునుండి పైకి లేచిన గోబీపువ్వు ఆకారముగల మేఘము

యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణువులనే వాడినపుడు, వాటికన్న 140 రెట్లు అధికముగనున్న యురేనియమ్ $^{238}$ పరమాణువులన్నియు వృథాపోవును. కాని, యురేనియమ్$^{238}$ పరమాణువులనుండియే ప్లుటోనియమ్ తయారుచేయవలెను. అనగా, ప్లుటోనియమ్ బాంబుకు, కష్టపడి సేకరించిన మామూలు యురేనియమ్‌లో చాలభాగమును ఉపయోగించెదము.

ప్రకృతిలో లేకపోయినను, ఆటంబాంబులకు సరిపడునంత ప్లుటోనియమ్‌ను శాస్త్రజ్ఞులు తయారుచేయగలిగిరి. హరింపబడు న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్యకన్న, ఉత్పత్తియగు న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్య ఎక్కువగ నున్నంతసేపు, వరుస మార్పు జరుగుచునే యుండును.

ప్లుటోనియమ్‌ను తయారుచేయు పేర్పు: యురేనియమ్‌ను అల్యూమినియము గొట్టములపై పూసి పేర్పునందుఉంచిరి. అల్యూమినియము న్యూట్రాన్‌లను హరించదు. ఇదివరకటివలెనే, పరిణామవేగము గను, అదుపాజ్ఞలలో నుంచుకొనుటకు కాడ్మియమ్ పూసిన ఇనుపతలుపులను వాడిరి. ఈ మార్పులు జరిగినపుడు అమితమగు వేడిమి పుట్టును. అల్యూమినియము గొట్టములగుండ నీరుపారునట్లు చేసి బహిర్గతమగువేడిని తీసివేయవలెను. ఈపనికి నదీప్రవాహమువలె నీరు అమితముగ కావలసివచ్చెను. అదియుగాక, ఇందుకు ఉపయోగించిన నీరు రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములతో కలుషితమైయుండును. కనుక, ఆ నీరు తిరిగి నదిలోనికి వెంటనే పోనీయకూడదు. ఆప్రదేశములోని గాలిలో కూడ ఇట్టి పదార్థములు వ్యాపించియుండును కనుక, నిర్జన ప్రదేశము కావలసివచ్చెను. అన్నిపనులు వాటంతటవే జరిగిపోవునటుల ఏర్పాటుచేసిరి.



ఆడిసన్ (1847 - 1931)

ఏర్పడిన యురేనియమ్$^{239}$ పరమాణువులు, నెప్ట్యూనియమ్$^{239}$గాను, నెప్ట్యూనియమ్ ప్లుటోనియమ్$^{239}$గాను వాటంతటవే వెంటవెంటనే మారిపోవును. ఇట్లు కొంత ప్లుటోనియమ్ తయారైనతరువాత మార్పుచెందని యురేనియమ్‌నుండి రాసాయనికపద్ధతులలో దానిని వేరుచేయుట అంత కష్టమైనపనికాదు. సుమారు అయిదారు పౌనుల ప్లుటోనియమ్‌ను ఒకచోట చేర్చినచో బాంబు అగును.

ఆటంబాంబు స్వరూపము: బాంబుకు కావలసిన యురేనియమ్$^{235}$గాని, ప్లుటోనియమ్$^{239}$గాని మూడు, నాల్గు భాగములు చేసి దూరముగ ఉంచవలెను. ఈ నాల్గుభాగములు దగ్గరకు వచ్చునట్లు ఏర్పాట్లుచేయుటయే మన పని. అవిఅన్నియు ఒకచోట కూడుకొనగనే బాంబు ప్రేలును.

కొన్నిపరమాణువులు విచ్ఛేదనముచెందగనే అందులో పుట్టిన సంచలనమునకు బాంబు పగిలి, ముక్కలుముక్కలై పోవును. ఇంతకష్టపడి తయారుచేసిన యురేనియమ్$^{235}$గాని, ప్లుటోనియమ్$^{239}$ గాని చాలభాగము విదళనము చెందకుండగనే చెల్లాచెదరైపోవును. ఇటులైన ప్రయోజనమేమి? అందుచే, మనము చేర్చిన ద్రవ్యరాశి చాలవరకు విచ్ఛేదనము చెందువరకు దానిని దగ్గరకు నొక్కిపట్టు ఏర్పాట్లు చేయవలెను. అందులకు బలిష్ఠమైనగోడలు కావలెను. బాగుగమందమైన సీసపుగోడ కట్టి అందు విచ్ఛేదనము చెందు ద్రవ్యమును ఉంచుదురు.

సి. రా. శా.

**ఆడిసన్-టామస్ అల్వా** (1847-1931): అమెరికన్ సాంకేతిక విజ్ఞాని. నవీనసాంకేతశాస్త్ర యుగకర్త. గొప్ప ప్రతిభగలమేధావి; నూతననిర్మాణములు ఈయన చేసినన్ని ఇంకెవరును చేయలేదు. ఈయన పాఠశాలలో నేర్చుకున్న విద్య చాలతక్కువ. 12 వ ఏట టెలిగ్రాఫ్ ఆపరేటర్‌గా పనిచేయుటకు ఆరంభించెను. ఈయన మొదటిపేటెంటు ఓట్లను రికార్డుచేయు విద్యుత్‌యంత్రమువంటి అనేక ఆవిష్కరణలను కావించెను. ఈయన నిర్మించిన కార్బన్ ప్రేషకము బెల్‌చే నిర్మింపబడిన టెలిఫోనును సంపూర్ణ

పరికరముగా ఒనర్చినది. ఫోనోగ్రాఫును, మొదటి విద్యుత్ దీపమును, నిర్మించినవాడీయనయే. సినిమా చిత్రములను ఈయనే కనుగొన్నాడు. కాని, దానిని ఆట వస్తువుగా భావించుటచేత ఈయనకు ఈ ఆవిష్కరణను వ్యాపారముగా మార్చు అదును పోయినది. వేలకొలది కార్మికులను ఉపయోగించి వారిచే ఆవిష్కరణలను చేయించు ఈయనశోధనాగారము జగత్తులోనున్న వాటి కెల్ల దృష్టాంతము. మే. వ. న.

**అనిలీన్ :** చూ. ఆరోమాటిక్ ఎమీన్‌లు ; పు. 180.

**అపిల్‌టన్, ఎడ్వర్డ్ విక్టర్** (1892) : ఆంగ్లేయుడు; అయనీకరణమునుగూర్చి గావించిన పరిశోధనలకు 1947లో నోబెల్ బహుమాన మందెను.

కేంబ్రిడ్జియందు విద్యనభ్యసించి, పిమ్మట రాయల్ ఇంజనీయర్ల సంస్థయందు రేడియోశాఖలో ఉద్యోగిగా ప్రవేశించెను. ప్రథమప్రపంచ మహాసంగ్రామానంతరము లండన్ యూనివర్శిటీలోను, తరువాత కేంబ్రిడ్జి యూనివర్శిటీలోను భౌతిక విజ్ఞానాచార్యుడుగా పనిచేసెను. 1939 లో నతడు బ్రిటిష్ సైంటిఫిక్ అండ్ ఇండస్ట్రియల్ రిసెర్చి శాఖకు కార్యదర్శిగా నియమితుడయ్యెను.

ప్రథమప్రపంచమహాసంగ్రామసమయమున యుద్ధశాఖ పనిచేయుచున్న సమయమున రేడియోసంజ్ఞలు అప్పుడప్పుడు వినబడకుండుటకు కారణమును కనుగొనుటకై శోధన లొనర్చెను. ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా కేనల్లీ-హెవిసైడ్ స్తరము, రేడియోతరంగములను పరావర్తన మొనర్చుచున్నదని నిరూపింపగలిగెను. ఆ తరువాత నతడు 10-50 మీటర్ల తరంగ దైర్ఘ్యముగల తరంగముల నుపయోగించి, భూతలమునకు రమారమి 150 మైళ్ళ ఎత్తున రేడియో తరంగములను పరావర్తన మొనరించు తీక్ష్ణమైన స్తరము మరియొకటి యున్నదని కనుగొనెను. దీనికి అపిల్‌టన్ స్తర మని పేరు. కె. రం.

**అమ్మీటర్ :** చూ. విద్యున్మాపక పరికరములు.

**అమ్లములు - లవణాధారములు :** ఇవి పరస్పర సంబంధి ద్రవ్యములు ; వీటి నిర్వచనములు రాసాయనిక శాస్త్రవికాసముతో సమానముగ మారుచువచ్చినవి. ఆమ్లములు తొలిని పుల్లదనము, ధాతువులను తమలో విలయించుకొను సామర్థ్యము, లవణాధారములతో కలసి లవణముల నిచ్చుట మొదలగు వర్గ ధర్మముల దృష్టిలో నిర్వచింపబడినవి.

లావ్వాజ్యే సూచనను అనుసరించి కొంత కాలము రాసాయనికులు ఆమ్లముల సామాన్యఘటకము ఆక్సిజన్ యని అనుకొనెడివారు. కాని క్రమముగా అట్టిసామాన్య ఘటకము ఆక్సిజన్ కాదనియు అది హైడ్రోజన్ అనియు తెల్లమైనది.

"హైడ్రోజన్ ఘటకముగా కలిగి ధాతు సంపర్కమున హైడ్రోజన్ వెలిబెట్టు ద్రవ్యమే ఆసిడ్" అను లీబిక్ (1840)నిర్వచనము ఒక అర్ధశతాబ్దము రాసాయనికుల అంగీకారమును బడసినది. ఆమ్లములతో కలసినపుడు లవణముల నిచ్చు ద్రవ్యము లవణాధారమను నిర్వచనము కూడ పై జెప్పిన ఆమ్ల నిర్వచనముతో సమాన యోగక్షేమము కలదియే. సోడా, పొటాష్ అనునవి చిరపరిచిత క్షార లవణాధారములేకాక, ముఖ్యముగా అమోనియా ఎమీన్‌లవంటివి కూడ చాల కలవని తెలిసినది.

ఆరేనియుస్ - ఓస్ట్వాల్డ్ సిద్ధాంతము : విలీనమైనకొన్ని యౌగికములు అయన్‌లుగ విడిపోవునను సిద్ధాంతము స్థాపించబడిన తర్వాత పై నిర్వచనముకన్న అత్యంత భిన్నమైనది రాసాయనికులచే అంగీకరించబడినది.

హైడ్రోజన్ అయన్ ($H^+$) ఇచ్చునది 'ఆమ్లము'అనియు హైడ్రాక్సిల్ అయన్ ($OH^-$) ఇచ్చునది 'లవణాధారము' అనియు, ఆమ్ల, లవణాధార నిర్వచనములు ఆరేనియుస్, ఓస్ట్వాల్డ్ అను విజ్ఞానులచే పరస్పర నిరపేక్షముగా నిగమించబడినవి.

బ్రన్‌స్టెడ్ సిద్ధాంతములు : పై చెప్పిన ఆరేనియుస్ - ఓస్ట్వాల్డ్ సిద్ధాంతమునకు చాల ఆకర్షక లక్షణములున్నను కొన్ని చిక్కులుకూడ గలవు. అందు ప్రధానమైన ఇబ్బంది నీటికన్న ఇతరద్రవములు ఆమ్ల లవణాధారములకు ద్రావములుగా ఉపయోగించబడినపుడు ఈ సిద్ధాంతము పట్టదు. ఇందు చాల ద్రావములకు జలసిద్ధాంతము అన్వయించును. ఉదాహరణమునకు : ద్రవీభూత అమోనియా ద్రావములో ($NH_4^+$) అయన్‌ను ఆమ్లముగను ($NH_2^-$) అయన్‌ను లవణధారముగను పరిగణించుటకు ఎట్టి ఆక్షేపణయూలేదు. కాని హైడ్రోజన్‌రహితమైన $SO_2$ (సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్) వంటి ద్రవము విషయములో జలసిద్ధాంతము అన్వయించనేరదు. అనగా జలేతర ద్రావణముల కీ సిద్ధాంతము పట్టదు. సర్వసామాన్యముగ జల, అజల ద్రావణము లన్నిటికినీ సరిపోవు సిద్ధాంతమును బ్రన్‌స్టెడ్ 1923లో ఉపపాదించెను.

దీని ప్రకారము ప్రోటాన్‌ల (హైడ్రోజన్ అయన్‌ల) నిచ్చునది ఆమ్లము, తీసుకొనునది లవణాధారము. జల సిద్ధాంతముతో సరిపోల్చి చూచినపుడు బ్రన్‌స్టెడ్ సిద్ధాంతము ఆమ్లములకు ఇచ్చు నిర్వచనముజలసిద్ధాంత నిర్వచనమునకు అత్యంత భిన్నముకాదు. కాని లవణాధార నిర్వచనము మొదటి సిద్ధాంతముకన్న చాల విస్తరించబడినది. ఏలన ఈ సిద్ధాంతమందు లవణాధారము $OH^-$ అయన్ యే

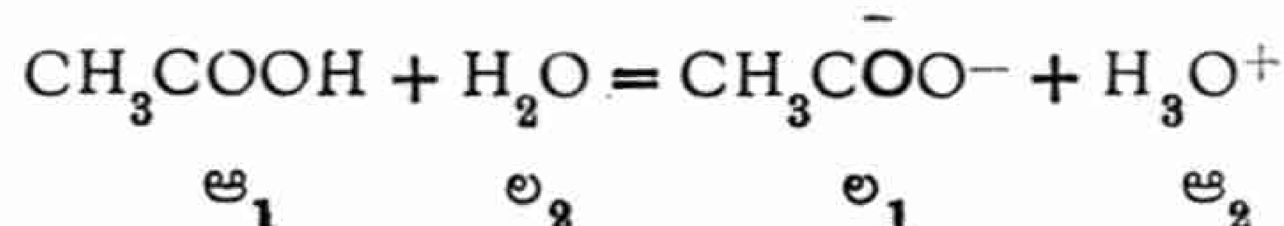
గాక, అమోనియా ($NH_3$) వంటి అనేక విధములగు అవిద్యుదావిష్ట ద్రవ్యములు, అసిటేట్ ($C_2H_4O_2$) అయన్ వంటి నిర్జలామ్లముల ఋణఅయన్‌లుకూడ ఈ తరగతికి చెందినవియే. వాస్తవికముగ ప్రతి ఆమ్లమును ప్రోటాన్‌ను నష్టపోయి లవణాధారమగును. ఇట్లు పరస్పర సంబద్ధములైన ఆమ్ల లవణాధారములకు యుగళిత ఆమ్ల లవణాధారములని పేరు.

ఈ నిర్వచనమును పరిగ్రహించుటవలన, ఇదివరకు పరస్పర భిన్నములని తలంచబడిన అయనీభవనము, జలవిశ్లేషణము తటస్థీకరణమువంటి ప్రక్రియలు, ప్రోటాన్ వినిమయ మను ఒకే ప్రక్రియచే తెలియజేయ బడును.

ఈ సామాన్య ప్రక్రియను క్రింది విధముగ తెలియజేయ వచ్చును :

$$\text{ఆమ్లము}_1 + \text{లవణాధారము}_2 = \text{లవణాధారము}_1 + \text{ఆమ్లము}_2$$

ఈ సమీకరణమును రెండు యుగళిత ఆమ్ల లవణాధారముల సమ్మేళనము అని భావింపవచ్చును.



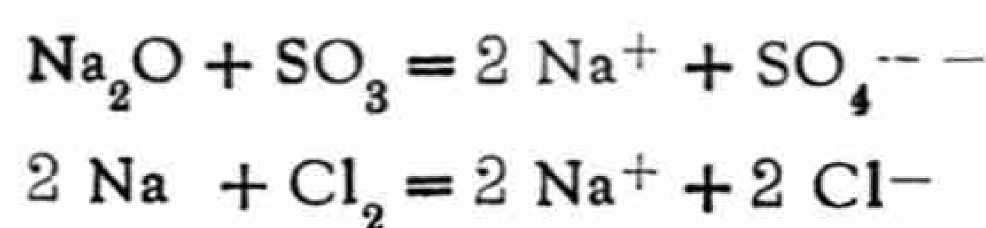
$$\underset{\text{ఆ}_1}{CH_3COOH} + \underset{\text{ల}_2}{H_2O} = \underset{\text{ల}_1}{CH_3C\bar{O}O^-} + \underset{\text{ఆ}_2}{H_3O^+}$$

ఇచ్చట నీరు లవణాధారముగ ఆచరించుచు $H_3O^+$ లేదా ఆక్సోనియమ్ అయన్ నిచ్చుచున్నది. కాని నీరు ఆమ్లమువలెకూడ ఆచరించి ($OH_1^-$) హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌ను విడుదల చేయగలదు. ఈ ఉభయలక్షణము ఉండుటయే జలమందన్ని అమ్ల - లవణాధార ప్రక్రియలు జరుగుటకు కారణము.

లూయిా సిద్ధాంతము : ప్రేరణ సంఘటనల పర్యాను శీలన పర్యవసానముగ జి. ఎన్. లూయిా ఒక నూతన ఆమ్ల-లవణాధార సిద్ధాంతమును ప్రకటించెను. ఈతని సిద్ధాంతములో (1) లవణాధారమునుండి ఎలక్ట్రాన్ యుగళమును పరిగ్రహించగల ద్రవ్యము ఆమ్లము (2) ఎలక్ట్రాన్ యుగళమును దానముచేయగల ద్రవ్యము లవణాధారము. లూయిా నిర్వచనమునకు బ్రన్‌స్టెడ్‌దానితో చాలా పోలికయున్నను దానికన్న నిది చాల వ్యాపకమైనది. ఏలన సిద్ధాంత దృష్టిలో ప్రతి ధన అయన్‌ను ఒక ఆమ్లమే. యోగ్యపరిస్థితులలో ఇతర ద్రవ్యములనుండి ఎలక్ట్రాన్ జంటను తీసికొను సామర్థ్యముగల $AlCl_3$, $BF_3$, $SO_3$ వంటి తటస్థద్రవ్యములుకూడ అమ్లములే. ఈతని దృష్టిలో ఆమ్ల లవణాధార ప్రతిక్రియ ఆమ్ల లవణాధార సమ్మేళనమే అగునుగాని ప్రోటాన్‌వినిమయము కాదు.

అనేక కారణములవలన, ఈ నిర్వచనములు సామాన్య అంగీకారమును పడయలేదు. వీటిలో ప్రధానమైన కారణము బ్రన్‌స్టెడ్ నిర్వచనములు ప్రకటించు వైశిత్యమును, నిశ్చితత్వమును, రాసాయనికులు చేవిడుచుటకు అనుమతించకపోవుటయే.

ఉసనోవిచ్ సిద్ధాంతము (1939) : ఈ సిద్ధాంత ప్రకారము ఆమ్లములు (1) లవణాధారములతో లవణములను ఇచ్చునవి ; (2) ధనఅయన్‌ల వెడలించునవి ; (3) ఋణఅయన్‌లతో, విడి ఎలక్ట్రాన్‌లతో సంయోగించునవి. ఋణఅయన్‌లనుగాని, ఎలక్ట్రాన్‌లనుగాని ప్రధానము చేయునవి, లేదా ధనఅయన్‌లతో సంయోగించునవి లవణాధారములు.



$$Na_2O + SO_3 = 2\,Na^+ + SO_4^{--}$$
$$2\,Na + Cl_2 = 2\,Na^+ + 2\,Cl^-$$

మొదటి సమీకరణమందు $SO_3$ ఆమ్లము. ఏలన అది $O^{-}$ అను ఋణఅయన్‌ను గ్రహించి $SO_4^{--}$ అయన్‌గా మారును. ఇట్లే రెండవ సమీకరణమందు క్లోరిన్ ఆమ్లము. ఏలన అది ఎలక్ట్రాన్‌ను స్వీకరించి క్లోరైడ్ ($Cl^-$) అయన్‌గా మారును.

సాంకేతిక పరిభాష ననుసరించి రెండవ ప్రతిక్రియ స్పష్టముగా ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ప్రక్రియకు దృష్టాంతము. ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ప్రక్రియలు ఉసనోవిచ్ ఆమ్లలవణాధార నిర్వచన ప్రణాళికలో ఇమిడియున్నవను భూతార్థము, ఈ నిర్వచనముల బహువ్యాపకత్వమును ప్రకటించుచున్నది. కాని ఈ నిర్వచనముల అతిశయిత వ్యాపకత్వమే వాటి ఉపయోగమునకు అంతరాయముగ ఆచరించుచున్నది. అందువలన ఉసనోవిచ్ సిద్ధాంతము బ్రన్‌స్టెడ్ సిద్ధాంతమంత ప్రచారములోనికి రాలేదు. మే.వ.స.

**అయుతనాత్మక విశ్లేషణము** : చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము.

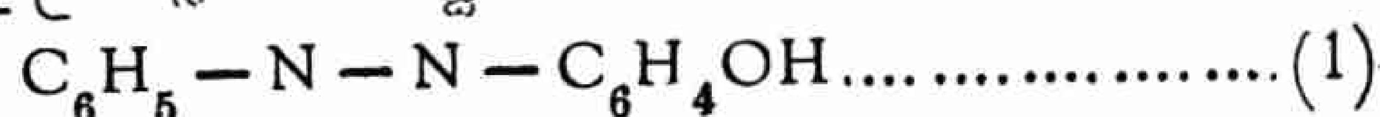
**అరేనియుస్, స్వాంటే** (1859 - 1927) : స్వీడన్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు. ఉప్సాలా నగరములో జన్మించి అక్కడనే విద్యాపారంగతుడై స్టాక్‌హోమ్‌లో భౌతిక శాస్త్రాధ్యాపకుడైనాడు (1891). ఈతని విద్యుత్ విశ్లేషణ సిద్ధాంతము రాసాయనిక శాస్త్రమునకు వివరణోపకరణముగా ఆచరించు చున్నది, ఖగోళశాస్త్రమునందు ఈతనికి గల అభిమానమునకు 1918 లో ఈతడు ప్రచురించిన ' డెస్టినీజ్ అవ్ స్టార్స్ ' (నక్షత్ర భాగధేయములు) అను గ్రంథము మానము. మే. వ. స.

**ఆరొమాటిక్ అజోయౌగికములు** : వీటి సాంకేతికమందు అజోగణము ($-N=N-$) ఉండును. దృష్టాంతము : అజో బెన్జీన్‌ను ($C_6H_5-N=N-C_6H_5$)స్టానస్

క్లోరైడ్ యొక్క క్షారద్రావణముతో నైట్రోబెంజీన్ నుండి సాధించవచ్చును.

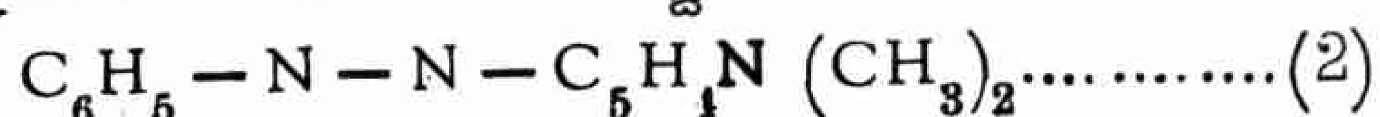
**ఆజోబెంజీన్ :** ఆజోక్సీబెంజీన్ $\left[(C_6H_5-N - N-C_6H_5) \text{ with } O \text{ bridging the two N}\right]$ ను ఇనుపరజనుతో ఆక్సీహరించుటచేగాని, హైడ్రాజోబెంజీన్ $(C_6H_5-NH-NH-C_6H_5)$ ను ఆక్సీకరించుటచేగాని ఆజోబెంజీన్‌ను పడయవచ్చును. ఆజో యౌగికములు సాధారణముగా పసుపు, లేదా ఎరుపు రంగు గల స్ఫటికములు. ఆక్సీహరించుటవలన ఇవి మొదట హైడ్రాజో యౌగికములను, అంతమున ఎమీన్‌లను ఇచ్చును. ఇవి చాల స్థిరమైన యౌగికములు. రాసాయనిక విచ్ఛేదనము చెందకుండ వీటిని స్వేదించవచ్చును. ఈ విషయములో ఇవి డైఆజో యౌగికములకన్న భిన్నస్వభావము కలవి (చూ. క్రిందను).

ప్రతిస్థాపిత ఆజోబెంజీన్ యౌగికములు గాఢమైన వర్ణములుగల ద్రవ్యములు. ఇవి బట్టలకు రంగువేయుటకు మిక్కిలి ఉపయోగములో నున్నవి; వీటికి దృష్టాంతములు హైడ్రాక్సీ ఆజోబెంజీన్ :



$$C_6H_5-N-N-C_6H_4OH \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

డైమెథిల్ ఎమినో ఆజోబెంజీన్

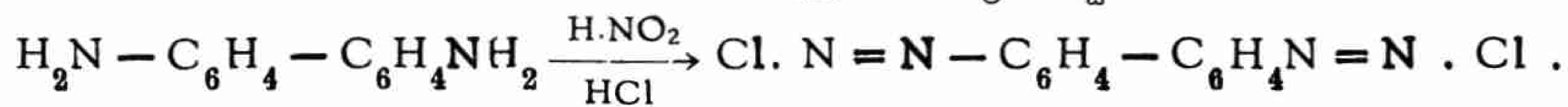


$$C_6H_5-N-N-C_5H_4N\,(CH_3)_2 \ldots\ldots\ldots(2)$$

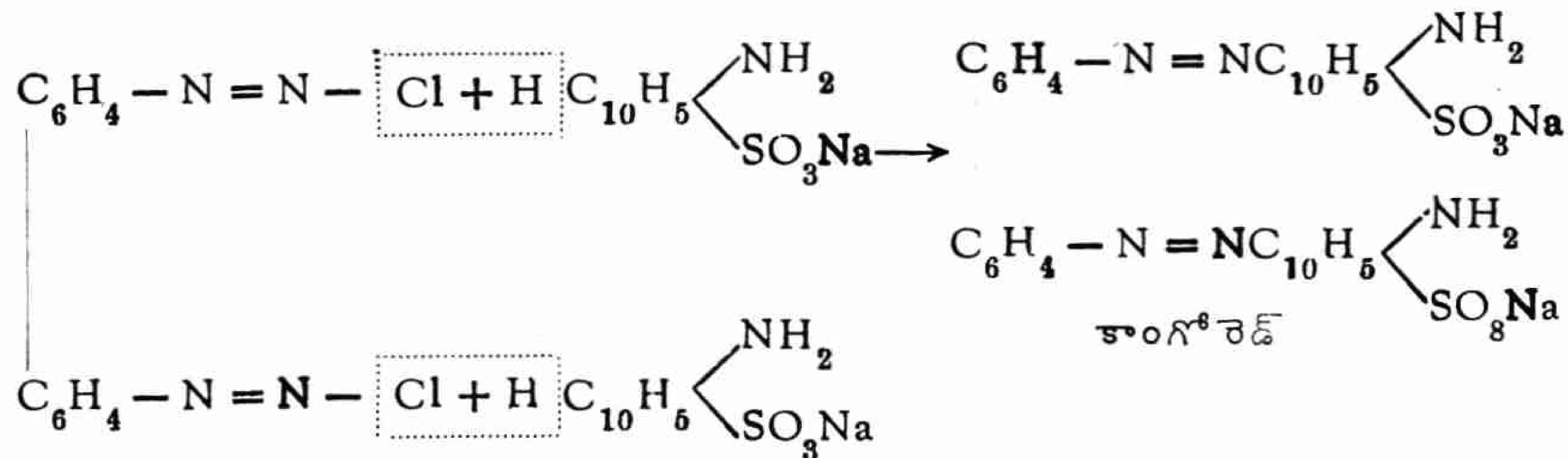
ఇవి సాధారణముగా నీటిలో కరుగవు; కాని వీటి సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు నీటిలో సులభముగా కరుగును. అందువలన వీటినే రంగులుగా వాడుదురు.

**ఆజోవర్ణద్రవ్యము పారిశ్రామిక విధానము :** ఆరోమాటిక్ ప్రైమరీ ఎమీన్‌ను అకర్బనామ్లములో కరగించి, మంచుతో శీతలీకరించి నైట్రస్ ఆసిడ్‌ను ఇచ్చు సోడియమ్‌నైట్రైట్ ద్రావణమును కలుపుదురు. ఇట్లు లభ్యమైన డైఆజోనియమ్‌లవణద్రావణమును (చూ. డైఆజో యౌగికములు) ఫీనోల్ $(C_6H_5OH)$ క్షారద్రావణములోనికి ప్రవహించనిత్తురు. ఈ ప్రక్రియలో ఫీనోల్, డైఆజో యౌగికముతో కలసి హైడ్రాక్సీ ఆజోవర్ణద్రవ్యమును ఇచ్చును. ఈ ప్రక్రియకు అనుయోజన అని పేరు. మంచుతో శీతలీకరించి చేయుటవలన వీటిని మంచురంగు లందురు. డైఆజో యౌగికమును ఆల్కిల్ ఎమీన్‌తో కూడ అనుయోజించి వర్ణద్రవ్యములను తయారు చేయవచ్చును. కాని ఈ అనుయోజన ప్రతిక్రియను ముఖ్యముగా తటస్థద్రావణపరిసరములందు కావించవలెను. ద్రావణము ఒకవేళ ఆమ్లగుణము కలిగియుండిన యెడల మొదట ద్రావణమునకు సోడియమ్ ఆసిటేట్‌ను కలిపి తరువాత ప్రక్రియ ముగియనున్నపుడు క్షారమును కలుపవలయును. ఈ ఆజోరంగులు ఉన్నికి పట్టునకు గాఢముగా అత్తుకొనును. నూలువస్త్రములకు వర్ణబంధకము ఆవశ్యకము. కాంగోరెడ్‌వంటి సంకీర్ణ రచనగల ఆజోరంగులు వర్ణబంధకము అక్కరలేకుండగనే నూలుబట్టలకు పట్టును.

డై ఆజోటీకృత బెంజిడీన్



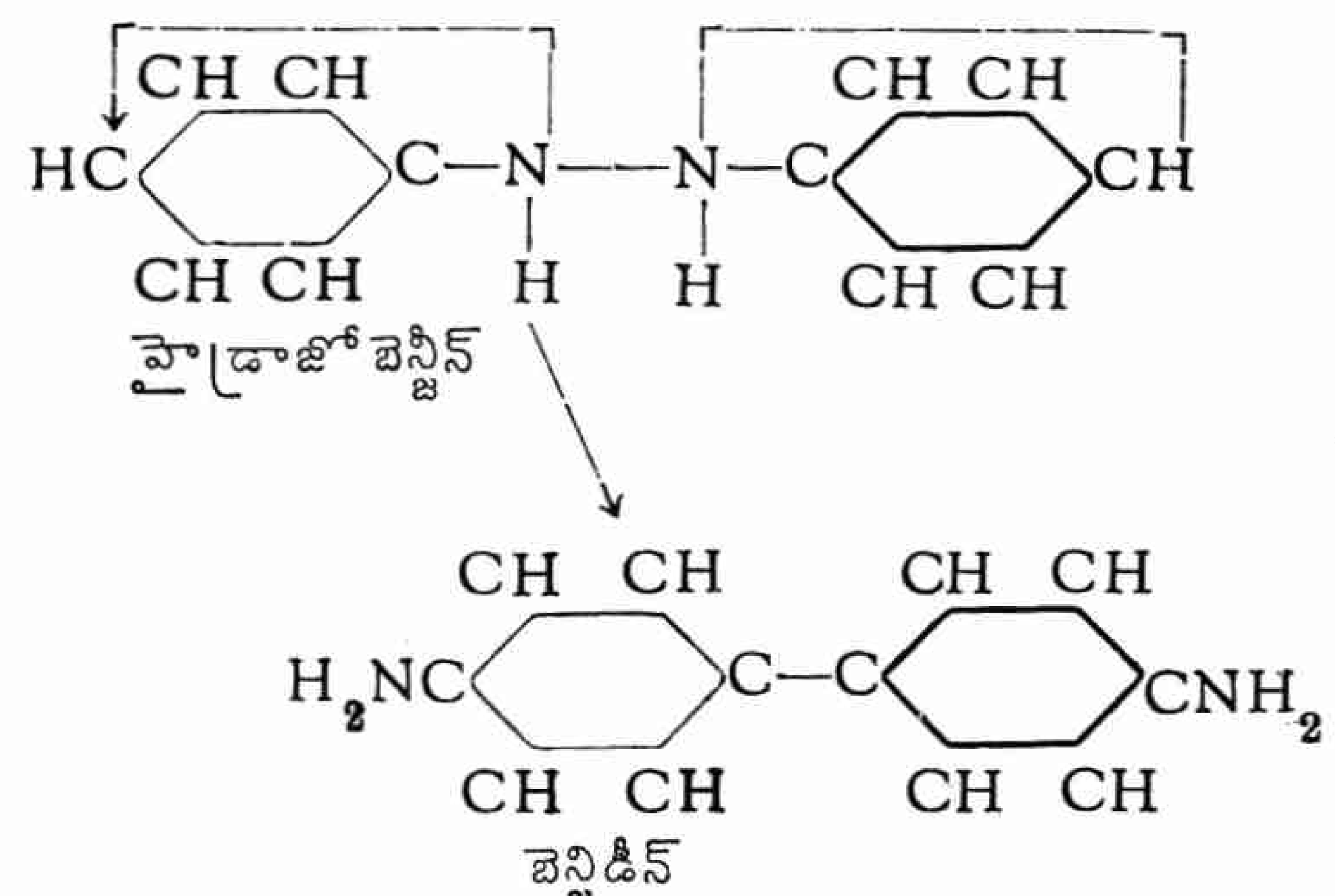
$$H_2N-C_6H_4-C_6H_4NH_2 \xrightarrow[HCl]{H.NO_2} Cl.\ N=N-C_6H_4-C_6H_4N=N\ .\ Cl\ .$$





నేఫ్థియానిక్ ఆసిడ్ సోడియమ్‌లవణము

**బెంజిడీన్** $(H_2N-C_6H_4-C_6H_4-NH_2)$ : హైడ్రాజోబెంజీన్ అకర్బనామ్లములతో వేడిచేసినపుడు దాని రచనలో నొక విశిష్టమైనమార్పు సంభవించి బెంజిడీన్‌గా పరిణమించును :





ఈ మార్పునకు బెంజిడీన్‌పరివర్తన అని పేరు. ఇట్టి పరివర్తనలను అణుపునర్విన్యాసము అందురు. ఇట్టి పునర్విన్యాసప్రక్రియలు కార్బన్‌శాస్త్రమందు తరుచుగా అగు

పించును. వలర్ ప్రయోగమందు అమోనియమ్ సైనేట్ యూరియాగా మారుట మరొక దృష్టాంతము.

బెన్జిడీన్ రంగులేని స్ఫటికద్రవ్యము. ఇది వర్ణబంధకము లేకుండ వస్త్రములకు అత్తుకొను వర్ణద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు ప్రధానమైన ముడిద్రవ్యము. నైట్రోబెన్జీన్‌ను మొదట జింకుచూర్ణము, సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ మిశ్రముతో ప్రతికరించనిచ్చి, తరువాత ఆ మిశ్రమును ఆమ్లీకరింతురు. ఇది రెండు ప్రైమరీఎమీన్ గణము లున్న యౌగికము. ఈ రెండిటిని డైఆజోటీకరించి, ఫీనోల్‌లతోగాని, ఆల్కిల్ ప్రతిస్థాపిత ఆరొమాటిక్ ఎమీన్‌తోగాని కలిపినచో అనేకములగు వర్ణద్రవ్యములు ఉద్భవించును. ఇట్లు 1 : 4 నాఫ్తాల్ ఎమీన్ ఆసిడ్‌తో అనుయోజించినపుడు కాంగోరెడ్ జనించును. కె. ఎన్.

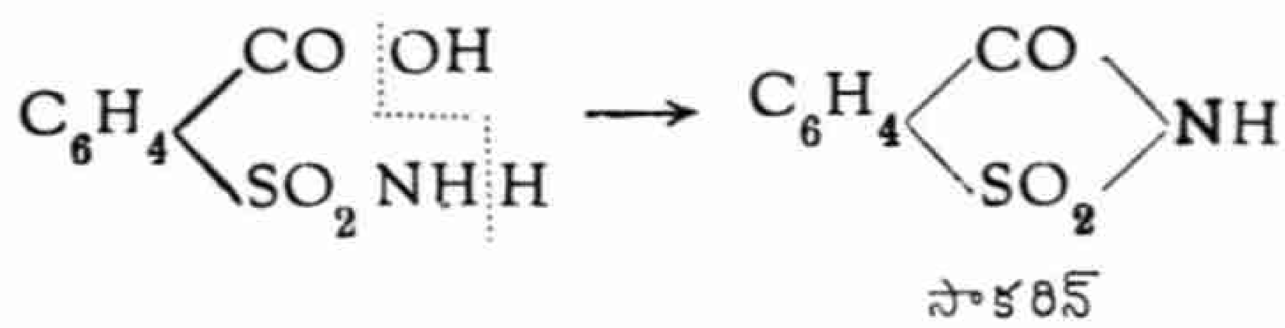
**ఆరొమాటిక్ ఆల్కహాల్‌లు :** చూ. ఆల్కహాల్‌లు.

**ఆరొమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లు :** చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు.

**ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్‌లు :** ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్‌లవలె వీటిని కూడ సైనైడ్‌ల జలవిశ్లేషణమువలనను ఆల్కహాల్‌ల, ఆల్డిహైడ్‌ల ఆక్సీకరణమువలనను తయారుచేయవచ్చును.

ముఖ్యమైనఆమ్లము బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ($C_6H_5COOH$). సాంబ్రాణిలో ఉండును. సాంబ్రాణిని ఇసుకమీద వేడిచేసినపుడు ఇది ఉత్పతితముగా లభించును.

రంగులేని స్ఫటికములు (ద్రవాంకము. 120°C - 121°C) బెన్జోయిక్ ఆసిడ్‌యొక్క వ్యుత్పన్నమగు సల్ఫోఎమినోబెన్జోయిక్ఆసిడ్ [$C_6H_4(SO_2NH_2)COOH$] నుండి ఒక జలాణువును తొలగించిన లభ్యమగు నిరుదయౌగికమునకు సాకరిన్ అని పేరు.




సాకరిన్

సి. వి. సు.

**ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు :** ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయుట కుపయోగించు విధానములచే ఈ ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్‌లనుకూడ తయారుచేయవచ్చును. ఇందు బెన్జోయిక్ఆసిడ్, ఫీనిల్ ఆసిటిక్ఆసిడ్ సంతృప్త ఆమ్లములు.

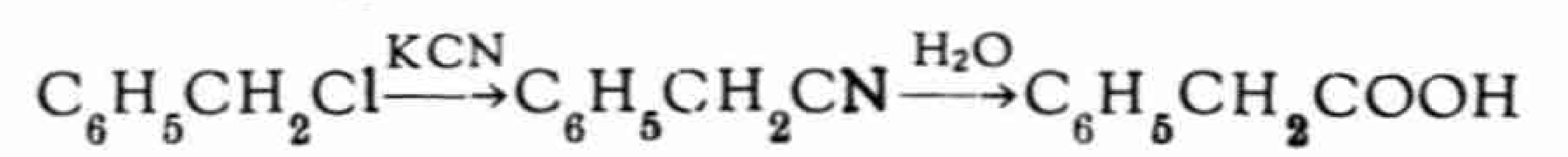
**బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ($C_6H_5COOH$) :** టోలూబాల్సమ్ వంటి కొన్ని చెట్లబంకలలో నుండును. దీని ఎస్టర్ సాంబ్రాణిలో కలదు. పారిశ్రామికముగా దీనిని టాల్యుయిన్ ఆక్సీకరణమువలన తయారుచేయుదురు :



$$C_6H_5CH_3 + O_2 \longrightarrow C_6H_5COOH + H_2O$$

చిన్న సూదులవంటి స్ఫటికములు(ద్రవాంకము: 121°C ); ఆల్కహాల్‌లోను, ఈథర్‌లోను సులభముగా కరుగును; నీటిలో స్వల్పముగా విలీనమగును. అనిలీన్‌బ్లూ, ఆంత్రక్వినోన్ వర్ణద్రవ్యములు తయారుచేయుటలో ఇది మిక్కిలి వాడుకలో నున్నది. దీని సూక్ష్మక్రిమి నిరోధక గుణము వలన ఆహారపదార్థములు చెడకుండ నుంచుటకు దీనిని వాడుచున్నారు. ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్‌లవలె ఇదికూడ ఆసిడ్ క్లోరైడ్ ($C_6H_5COCl$)ను, ఎస్టర్ ($C_6H_5COOC_2H_5$)ను, ఆసిడ్ఎమైడ్ ($C_6H_5CONH_2$)ను ఇచ్చును.

ఫీనిల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ($C_6H_5CH_2COOH$) : బెన్జిల్ క్లోరైడ్‌ను సైనైడ్‌గా మార్చి దీని జలవిశ్లేషణము వలన ఈ ఆమ్లమును తయారుచేయవచ్చును :



$$C_6H_5CH_2Cl \xrightarrow{KCN} C_6H_5CH_2CN \xrightarrow{H_2O} C_6H_5CH_2COOH$$

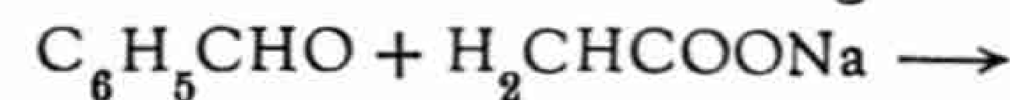
స్ఫటికద్రవ్యము(ద్రవాంకము. 76°C.) బెన్జోయిక్ఆసిడ్ కన్న బలహీనమైన ఆమ్లము. ఇది మంచి సువాసన గలది. అందువలన ఈ ఆమ్లము, దీని ఎస్టర్ తేనెకు సువాసన నిచ్చుటకు వాడుదురు.

**అసంతృప్త ఆమ్లములు :** ఒకే కార్బాక్సిల్ గణమున్న సిన్నామిక్ ఆసిడ్ అసంతృప్త ఆమ్లములలో చాల ముఖ్యమైనది.



$$C_6H_5\overset{\beta}{C}H.CH.COOH$$

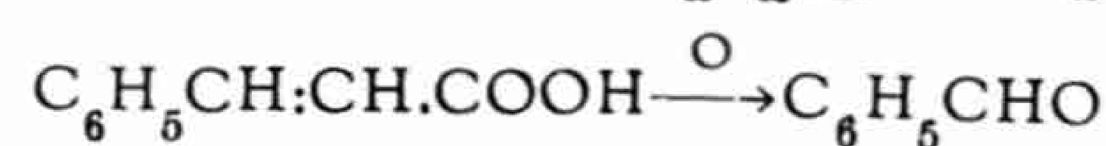
($\beta$ - ఫీనిల్ ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్) దీని సాంకేతికమునుబట్టి ఇది ఆలిఫాటిక్ సంతృప్త ఆమ్లము. ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన దానిగా దీనిని భావించవచ్చును. ఇది పెరూబాల్సమ్ అను సుగంధ ద్రవ్యములో నుండును. దీనిని పెర్కిన్‌సంహనన ప్రక్రియచే ఆరొమాటిక్ ఆల్డిహైడ్ నుంచి సోడియమ్ ఆసిటేట్‌చర్యవలన పడయవచ్చును :





$$C_6H_5CHO + H_2CHCOONa \longrightarrow C_6H_5.CH{:}CHCOONa + H_2O$$

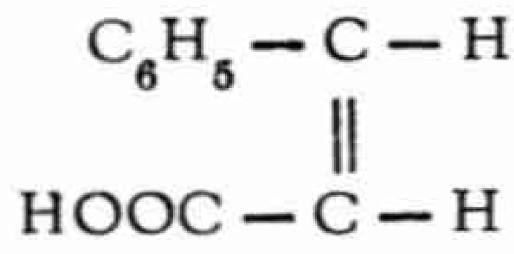
వేడినీటిలో కరుగు సూదులవంటి స్ఫటికములు (ద్రవాంకము 133°C) ; ఆక్సీకరించినచో ద్విబంధమువద్ద ఆక్సిజన్ పరమాణువు తగుల్కొని బెన్జాల్డిహైడ్ ఏర్పడును ;

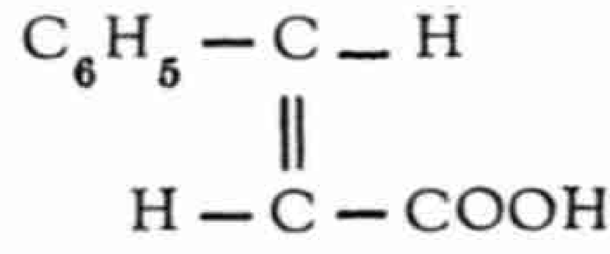


$$C_6H_5CH{:}CH.COOH \xrightarrow{O} C_6H_5CHO$$

సిన్నామిక్ఆసిడ్ నాలుగు వికృతులలో ఉండును. 1. సాధారణ (ట్రాన్స్) సిన్నామిక్ఆసిడ్ ; 2. ఆలోసిన్నామిక్ఆసిడ్; 3. లీబర్‌మాన్ ఐసోసిన్నామిక్ఆసిడ్ 4 ఎర్లెన్‌మేయర్ సిన్నామిక్ఆసిడ్ (చివరిమూడును సిస్ ఆమ్లములు).

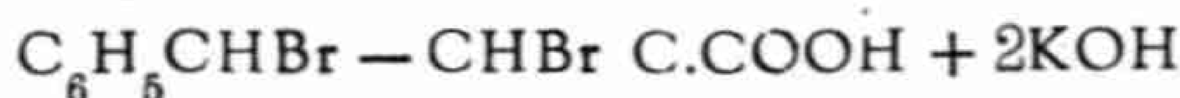
ద్విబంధముండుటచే సిన్నామిక్ ఆసిడ్, సిస్, ట్రాన్స్ రూపములను స్వీకరించగలదు ;

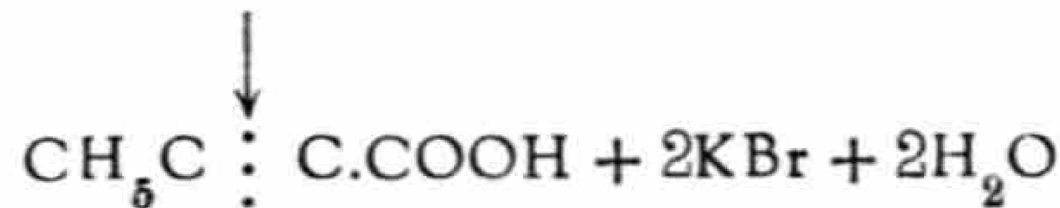

సిస్ రూపము


ట్రాన్స్ రూపము

పై పట్టికలో ద్రవాంకము 133°C గల మొదటి ఆమ్లము ట్రాన్స్ సమాంగ రూపము. తక్కిన మూడు వికృతులును సిస్ సమాంగ రూపము యొక్క భిన్నస్ఫటిక సంస్థానములు గల రూపములు.

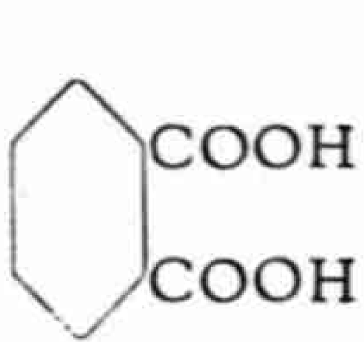
ఆసిటిలీన్ శ్రేణికి చెందిన త్రిబంధయుతమై అసంతృప్తత గల ఆరొమాటిక్ ఏకపదామ్లము ఫినిల్ ప్రోపియాలిక్ ఆసిడ్ ($C_6H_5C{:}C.COOH$). దీనిని డైబ్రోమో సిన్నామిక్ ఆసిడ్ నుండి ఆల్కహాలిక్ కాస్టిక్ పొటాష్ చే సాధించవచ్చును :

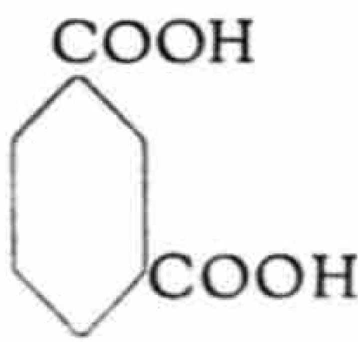


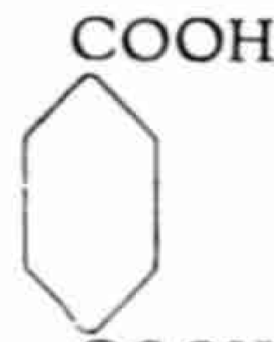


సూదులవంటి స్ఫటికములు (ద్రవాంకము. 138°C.)

ద్విపదామ్లములలో ముఖ్యమైనది థాలిక్ ఆసిడ్ $[C_6H_4(COOH)_2]$ ఇది ద్విప్రతిస్థాపిత యౌగికము కనుక ఆర్తో, పారా, మెటా రూపములలో నుండును.


1 : 2 రూపము
థాలిక్ ఆసిడ్


1 : 3 రూపము
ఐసోథాలిక్ ఆసిడ్


1 : 4 రూపము
టెరిథాలిక్ ఆసిడ్

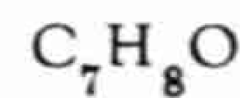
ఇందు మొదటిది నాఫ్తలీన్ ను ఆక్సీకరించుట వలన లభ్యమగును. ఇదిగాక బెన్జీన్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన ఆమ్లములలో త్రిపద, చతుష్పద, షట్పద ఆమ్లములుకూడ గలవు.

ఫీనోల్ లు : ఇవి బెన్జీన్ వలయములోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను హైడ్రాక్సిల్ గణములచే తొలగించినపుడు లభ్యమగు యౌగికములు; వాటికి ఫీనోల్ అని పేరు.



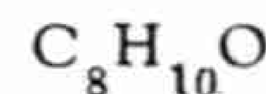
ఇందు (C – OH) గణముండుటచే నివి ఆలిఫాటిక్ టెర్షియరీ ఆల్కహాల్ లను పోలియుండును. వాటివలె ఇవి కూడ విచ్ఛేదనమును పొందియే ఆక్సీభూతవ్యుత్పన్నములను ఇచ్చును. వీటి హైడ్రాక్సిల్ గణమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ పరమాణువును సోడియమ్ చే తొలగించవచ్చును : $C_6H_5ONa$ (సోడియమ్ ఫినేట్) ఫీనోల్ లు ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్ లవలె లవణాధారధర్మముల చూపవు సరికదా ఆమ్లధర్మములను కలిగియుండును. ఫీనోల్ వలయమందు $NO_2$ వంటి ఋణవిద్యుత్ ధర్మము గల గణములను ప్రవేశపెట్టినచో ఆ యౌగికము మరింత ఆమ్లధర్మములు కలది అగును. ట్రైనైట్రో ఫీనోల్ $[C_6H_2(NO_2)_3OH]$ అను పిక్రిక్ ఆసిడ్ కార్బొనేట్ లవణములనుండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ను విడుదల చేయును. కేవలఫీనోల్ ($C_6H_5OH$)కు అట్టి సామర్థ్యము లేదు. ఫీనోల్ లనుకూడ ఆల్కహాల్ లవలె, మోనోహైడ్రిక్, డైహైడ్రిక్, ట్రైహైడ్రిక్ మొదలుగాగల తరగతులలోనికి విభజించవచ్చును.

1. మోనోహైడ్రిక్ ఫీనోల్ ($C_6H_5.OH$) లేదా కార్బాలిక్ ఆసిడ్.



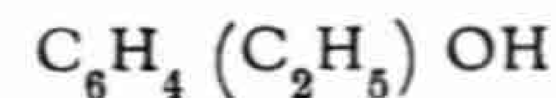


(ఆర్తో, మెటా, పారా క్రెసోల్ లు 3).

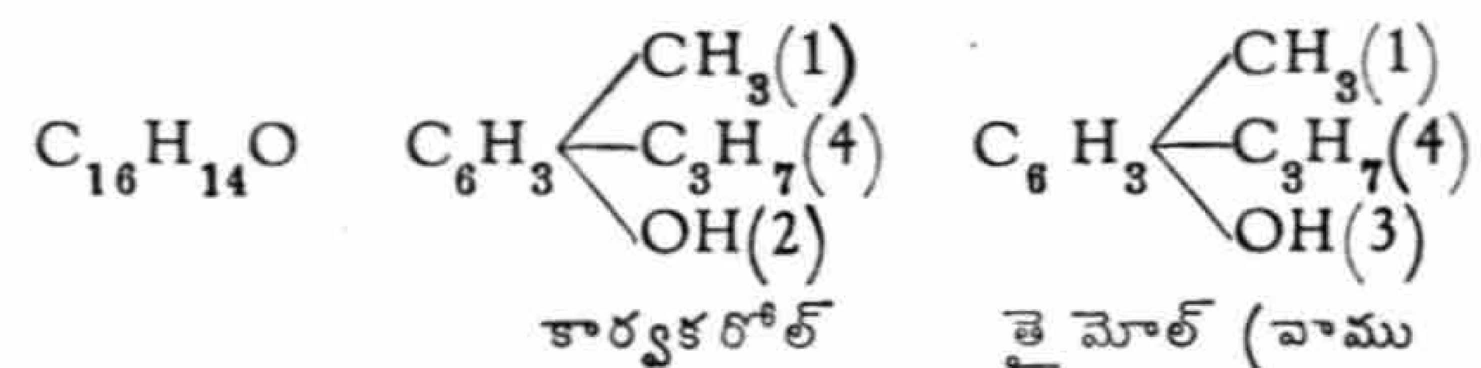




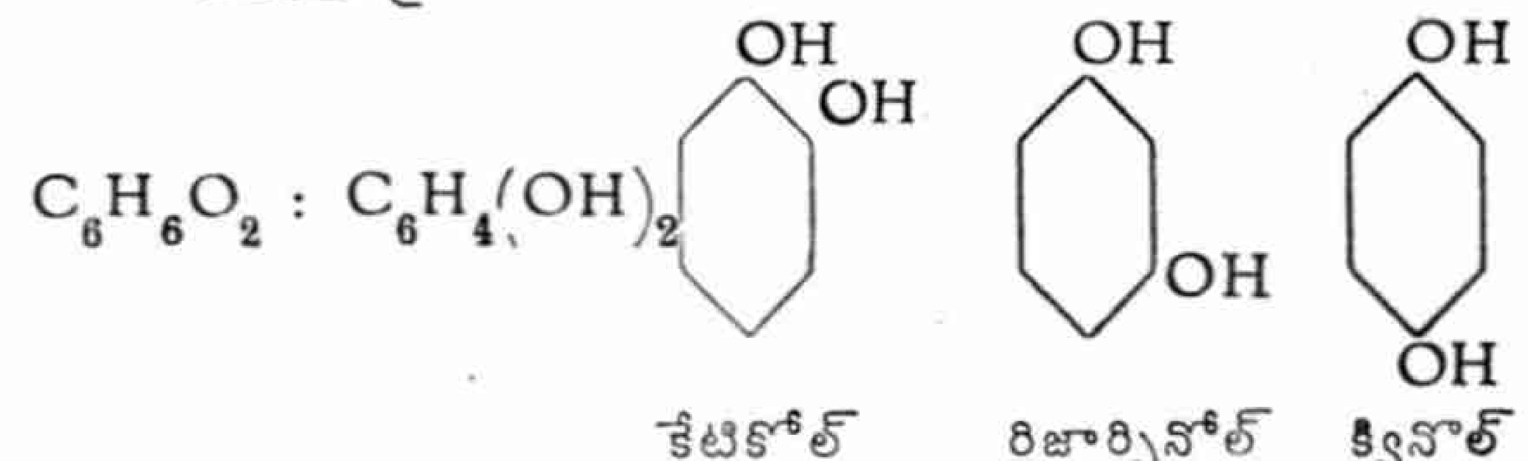
(6 సమాంగరూపజైలినోల్ లు)



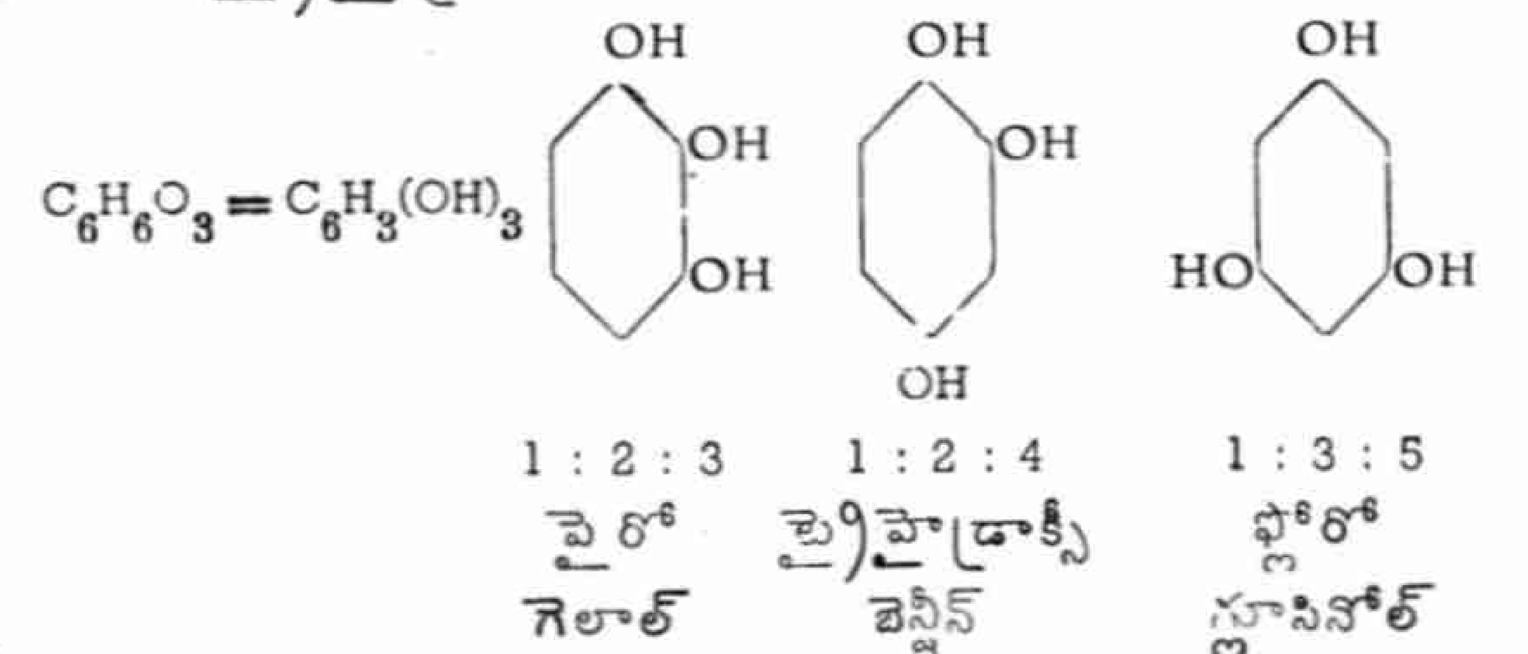
(3 సమాంగరూప ఎతిల్ ఫీనోల్ లు)


కార్వకరోల్    థైమోల్ (వాము వజ్రము లేదా పువ్వు)

2. డైహైడ్రిక్ ఫీనోల్ లు.

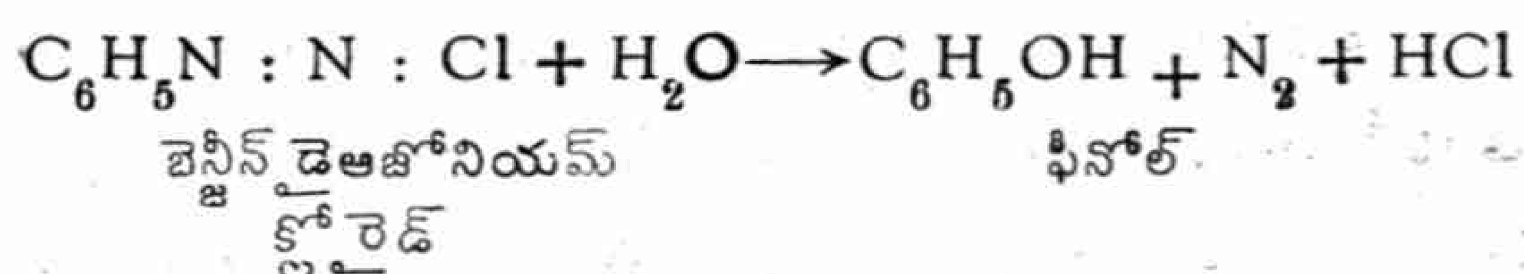

కేటకోల్    రిజార్సినోల్    క్వినోల్

3. ట్రైహైడ్రిక్ ఫీనోల్ లు.

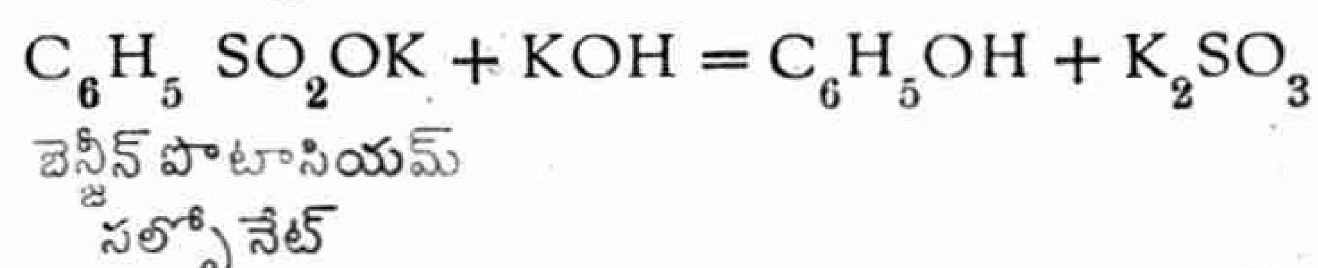

1 : 2 : 3 పైరో గెలాల్    1 : 2 : 4 ట్రైహైడ్రాక్సీ బెన్జీన్    1 : 3 : 5 ఫ్లోరో గ్లూసినోల్

ఫీనోల్ జాతికి చెందిన యౌగికములలో ఫీనోల్ ($C_6H_5OH$) క్రెసోల్ లు $[C_6H_4(OH)_2]$ కోల్తారు స్వేదనములో లభ్యమగు రెండవ భాగములో ఉండును.

రచనా విధానములు : 1. డైఆజో యౌగికములను నీటితో మరగించుటవలన :

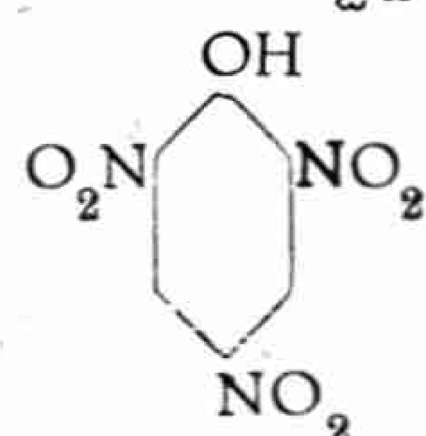

$C_6H_5N : N : Cl + H_2O \longrightarrow C_6H_5OH + N_2 + HCl$
బెన్జీన్ డైఆజోనియమ్ క్లోరైడ్ — ఫీనోల్

2. సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌లను పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌తో చేర్చి వేడిచే ద్రవీభవించుటవలన :


$C_6H_5 SO_2OK + KOH = C_6H_5OH + K_2SO_3$
బెన్జీన్ పొటాసియమ్ సల్ఫొనేట్

**కార్బాలిక్ ఆసిడ్** ($C_6H_5OH$): రంగులేని విశిష్టమైన వాసనగల ద్రవ్యము. 39°C-41°C మధ్య ద్రవీభవించును. దారుణమైన విషము. నిలవమీద వెలుతురులో ఎరుపు రంగును స్వీకరించును. వ్యాపారరీత్యా దీనిని పైని చెప్పిన రెండవపద్ధతిని తయారు చేయుదురు.

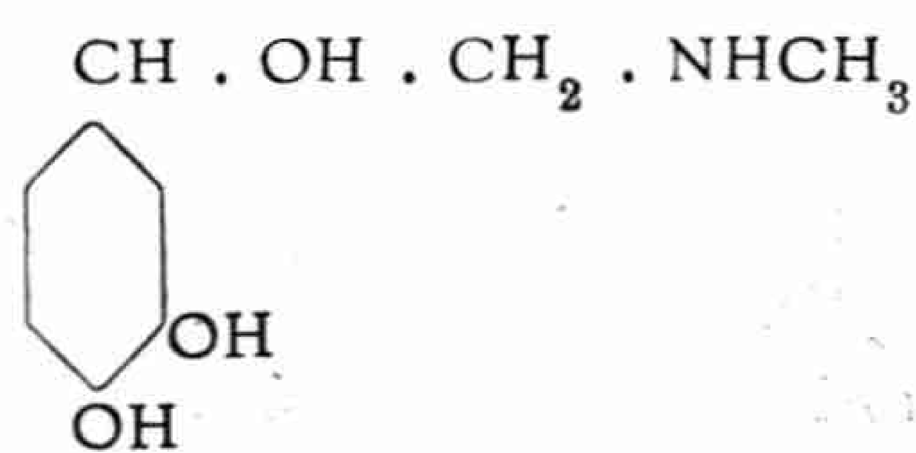
**ఫీనోల్ వ్యుత్పన్నములు :** 1. ఫీనోల్ మెథిల్ ఈథర్ లేదా ఆనిసోల్ ($C_6H_5 - O - CH_3$); 2. ట్రైనైట్రో ఫీనోల్ లేదా పిక్రిక్ ఆసిడ్ : ఉజ్జ్వలమైన పసుపు రంగు



ట్రైనైట్రో ఫీనోల్

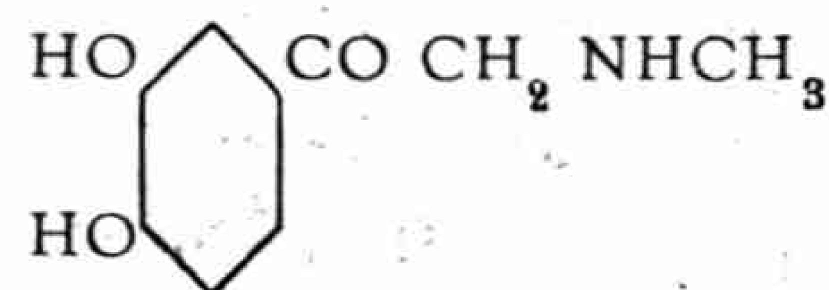
గల స్ఫటికములు. దీనిని ఒకప్పుడు పట్టుకు రంగు వేయుటకు వాడెడివారు. యుద్ధమందు నేడు కూడ బాంబులను తయారుచేయుటకు విదారకద్రవ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. ఫీనోల్‌పై గాఢ నైట్రిక్ ఆసిడ్ చర్యచే దీనిని తయారు చేయవచ్చును.

**గ్వైకోల్ :** పైరోకేటికోల్ యొక్క మోనోమెథిల్ ఈథర్ [$C_6H_4(OCH_3)OH$]. ఇది బీచ్ కర్ర నుండి స్వేదనమువల్ల లభ్యమగు తారులోనుండు క్రియొసోట్‌లో దొరకును. ఈ యౌగికము ఊపిరితిత్తులను సూక్ష్మక్రిమి రహితముగా చేయుటకు మందుగా వాడుకలోనున్నది. కేటికోల్ యొక్క ఇంకొక ముఖ్యమైన వ్యుత్పన్నము ఎడ్రినలిన్ అను పేరుగల 3-4 డైహైడ్రాక్సీఫినిల్ ఈథనోల్ మెథిల్ ఎమీన్ :




దీనిని క్రింది ప్రక్రియచే తయారుచేయవచ్చును :

కేటికోల్‌పై క్లోరాసిటైల్ క్లోరైడ్ చర్యవలన క్లోరాసిటైల్ కేటికోల్ లభ్యమగును. దీనిపై మెథిల్ ఎమీన్ చర్యవలన '3 : 4 డైహైడ్రాక్సీ మెథిల్ ఎమీన్ ఆసిటో ఫీనోల్'ను బడయవచ్చును.




దీనిని ఆక్సీహరించినచో ఎడ్రినలిన్ తయారగును. ఇది మూత్రపిండములమీదనున్న గ్రంథులలో ఉండును. రక్తనాళములను సంకోచింపచేయు అద్భుతగుణము దీనికి ఉన్నది. అందువలన రక్తనాళవ్యాకోచమువలన కలుగు ఉబ్బసమువంటి వ్యాధులకు అమోఘమైన మందు.

**ట్రైహైడ్రిక్ ఫీనోల్ ;** దీనిని పైరోగెలాల్ లేదా పైరోగాలిక్ ఆసిడ్ అందురు. దీనిసాంకేతికము : $C_6H_3(OH)_3$. ఇందు పుంజీభూతమైన మూడు హైడ్రాక్సిల్ గణములు యౌగికమునకు ఆమ్లధర్మము నొసంగినవి. గాలిక్ ఆసిడ్‌ను వేడిచేయుటవలన ఇది లభించును (చూ. ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - గాలిక్ ఆసిడ్ ; పు. 178).

ఇది తెల్లని చులకనైన స్ఫటికద్రవ్యము ; నీటిలో సులభముగా కరుగును. దీని క్షారద్రావణము ప్రబలమైన ఆక్సీహరణసాధనము. ఆక్సిజన్‌ని గాలినుండి హరించి ఆక్సీకృతమై కషాయము రంగుగా మారును. రజత, స్వర్ణ లవణములను ఆక్సీహరించి వాటినుండి ధాతువులను విడదీయును. ఈ గుణమును ఆధారముగ ఫొటోగ్రఫీ ప్లేట్లను, ఫిల్ములను డెవలప్ చేయుదురు.

**హైడ్రాక్సీఆసిడ్‌లు :** అరొమాటిక్ హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్‌లలో హైడ్రాక్సిల్ గణము వలయమును అంటిపెట్టుకొనియైన ఉండవచ్చును, లేదా దానికి కొంతదూరముననైన నుండవచ్చును. మొదటి తరగతియౌగికములు (ఫీనోల్‌లు), ఆమ్లధర్మములను, రెండవతరగతివి ఆల్కహాల్‌ల యొక్కయు, ఆమ్లముల యొక్కయు ధర్మములనుచూపును. వీటిలో ముఖ్యమైనవి సాలిసిలిక్, మాండలిక్ ఆసిడ్‌లు.

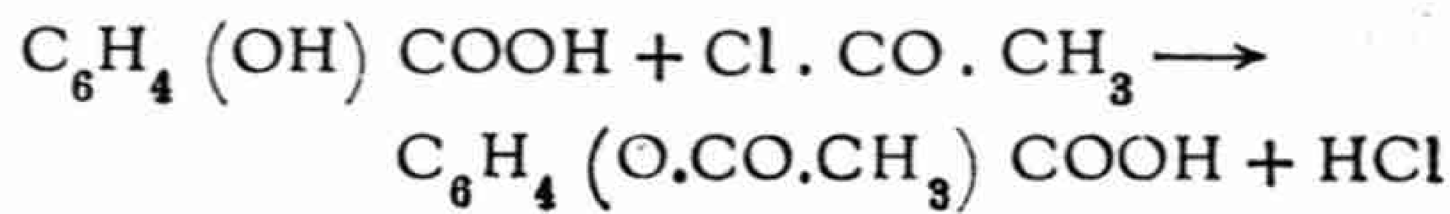
OH / COOH

**సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ :** ఇది ఆర్థో హైడ్రాక్సీబెన్జోయిక్ ఆసిడ్ ; తక్కిన మెటా, పారా రూపములుకూడ కలవు ; కాని అవి ముఖ్యమైనవి కావు. సోడియమ్‌ఫీనేట్‌ను ద్రవీభవించి ఆద్రవములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను పంపినచో సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును :

$$C_6H_5ONa + CO_2 \longrightarrow C_6H_4(OH)COONa$$

సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ కొన్నిరకపు పువ్వులలోను, ముఖ్యముగా వింటర్ గ్రీన్ తైలములో దాని మెథిల్ ఎస్టర్ రూప

ములో ఉండును. ఇది రంగులేని సూదులవంటి స్ఫటికములుగా ఉండును(ద్రవాంకము 155°C-156°C); మరుగుచున్న నీటిలో కరుగును. దీని జలద్రావణము ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణముతో ఊదారంగును ఇచ్చును. సోడియమ్‌సాలిసిలేట్ లవణము మేహవాతమునకు మందు. సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ ఫీనోల్‌తో ఏర్పడు ఎస్టర్‌కు సాలాల్ $[C_6H_4(OH)COOC_6H_5]$ అని పేరు. ఇది ప్రేగులలోనుండుకీడుచేయు సూక్ష్మక్రిములను నాశనముజేయుటకు మందుగా వాడుకలో ఉన్నది. సాలిసిలిక్ ఆసిడ్‌పై ఆసిటిల్ క్లోరైడ్ చర్యవలన ఆసిటైల్ సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ లభించును :



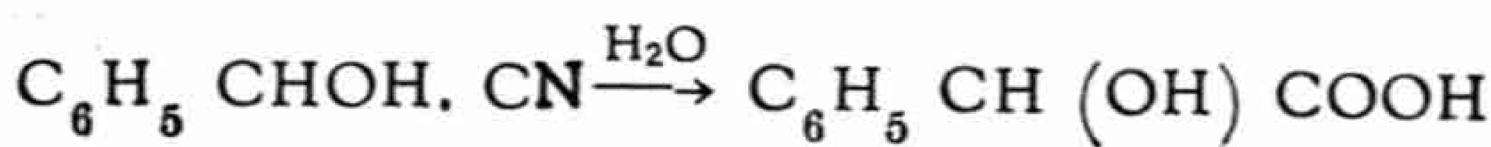
$$C_6H_4\,(OH)\,COOH + Cl\,.\,CO\,.\,CH_3 \longrightarrow C_6H_4\,(O.CO.CH_3)\,COOH + HCl$$

దీని వ్యాపారనామము ఆస్పిరిన్. తలనొప్పులకు, వాతనొప్పులకు అమోఘమైన మందు.

మాండలిక్ ఆసిడ్ $(C_6H_5\ CHOH.\ COOH)$ : చేదుబాదంపిక్కలలో నుండు ఎమిగ్డాలిన్ అనుగ్లూకోసైడ్‌ను (చూ. గ్లూకోసైడ్) ఆమ్లసన్నిధిలో జలవిశ్లేషణము కావించినచో లభ్యమగును. కాని దీనిని శోధనాగారములో మాండలోనైట్రైల్ యొక్క జలవిశ్లేషణము వలన సాధించవచ్చును. మాండలోనైట్రైల్ బెన్జాల్డిహైడ్ హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్‌తో సంయోగించునపుడు ఏర్పడును :



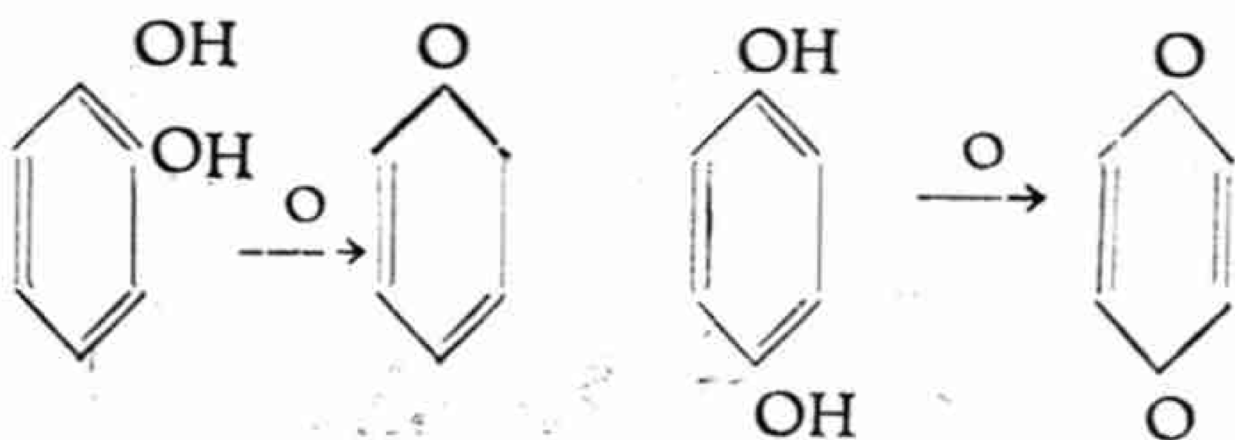
$$C_6H_5CH\ \boxed{O + H}\ CN \longrightarrow C_6\ H_5\ CHOH\ .\ CN$$



$$C_6H_5\ CHOH.\ CN \xrightarrow{H_2O} C_6H_5\ CH\ (OH)\ COOH$$

మాండలిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణుసాంకేతిక మందొక అసౌష్ఠవ కార్బన్‌పరమాణువు (గాఢముద్రితము) ఉండుట దీని విశేషము. అందువలన ఇది సవ్యాపసవ్యరూపములను దాల్చగలదు.

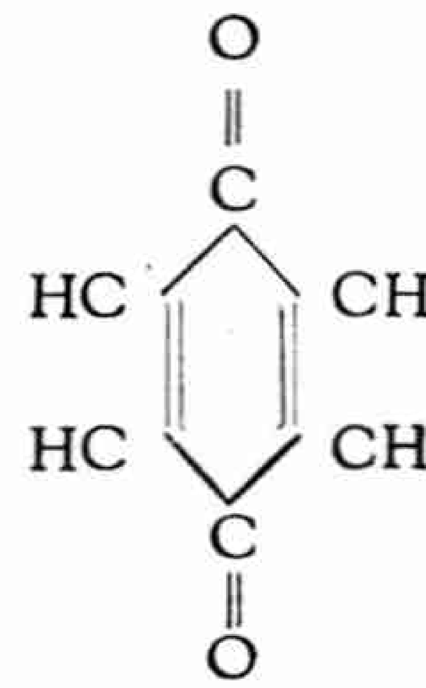
క్వినోన్‌లు : ఆర్థో, పారా డై హైడ్రిక్ ఫీనోల్‌లను మృదువుగా ఆక్సీకరించుటవలన హైడ్రాక్సిల్ గణముల స్థానములను ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఆక్రమించును :

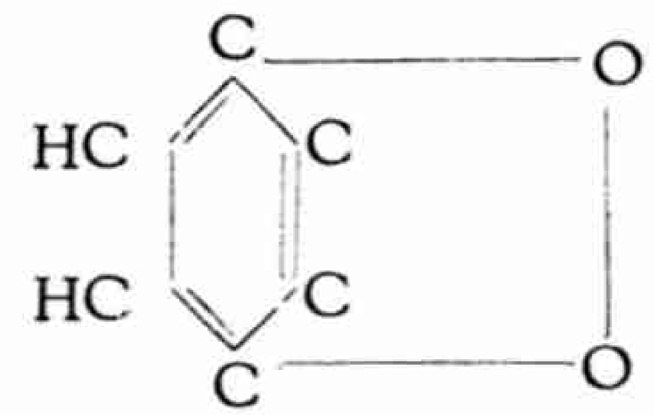



ఆర్థో డై హైడ్రిక్ బెన్జీన్ లేదా కేటకోల్ — ఆర్థోక్వినోన్ — పారాడై హైడ్రాక్సీ బెన్జీన్ లేదా హైడ్రోక్వినోన్ — పారాక్వినోన్

మెటా డై హైడ్రాక్సీ బెన్జీన్ అనగా రిజార్జినాల్ నుండి లభ్యమగు మెటాక్వినోన్ లేదు. తక్కిన రెండింటిలో పారాక్వినోన్ ముఖ్యమైనది. అనిలీన్‌ను పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో ఆక్సీకరించినచో పారాక్వినోన్ లభ్యమగును. నారింజరంగుగల స్ఫటికములు (ద్రవాంకము 116°C).

ఇది డైకీటాక్సీమ్‌గా మారగలదు. కనుక, దీనిలో రెండు కార్బొనిల్ గణములు ఉన్నట్లు రుజువైనది. క్వినోన్‌కు రెండు రచనాసాంకేతికములను ఆరోపించవచ్చును :

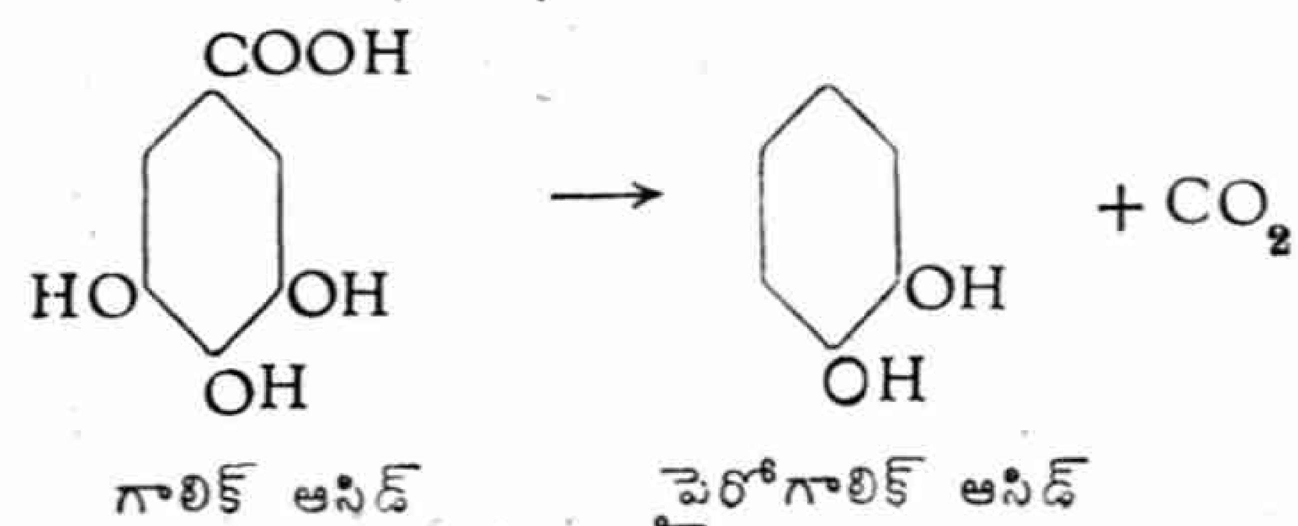



I క్వినోనోయిడ్ రూపము — II బెన్జినోయిడ్ రూపము

క్వినోన్ యొక్క పారాకోర్ అనుశీలనచే I సాంకేతికమే యథార్థమైన దని తేలినది. ద్విబంధముల విన్యాసము బెన్జీనోయిడ్‌రూపములో బెన్జీన్ రచనలోవలె నున్నది ; క్వినోనోయిడ్‌రూపములో అది ఏకాంతరముగానుండక సమానాంతరముగా నున్నది. ఇదిగాక బెన్జినోయిడ్‌రూపమున రెండువలయము లుండును. పి. ఎస్. పి. రావ్.

గాలిక్ ఆసిడ్: దీనిని 3 : 4 : 5 ట్రైహైడ్రాక్సీ బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ $[C_6H_2\ (OH)_3\ COOH]$ అందురు. కరక్కాయలు, డివిడివిగింజలువంటి కొన్ని చెట్లగింజలలోను, కొన్ని చెట్ల పట్టల (తుమ్మచెక్క, రెల్లచెక్క) లోను ఉండు కసరుచిగల టానిన్‌లు అను ద్రవ్యములతో రాసాయనిక సంబంధము కలదగుటచే దీనికి కొంత ప్రాముఖ్యము చేకూరినది. టానిక్ ఆసిడ్‌ను విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించుటవలన ఇది లభ్యమగును. గాలిక్ ఆసిడ్ పట్టువలె మెత్తగానుండు స్ఫటికములు ; నీటిలో సులభముగా కరుగును. వేడిచేసినచో ఇది కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌ను విడుదలచేసి పైరోగాలిక్ ఆసిడ్‌గా మారును.




గాలిక్ ఆసిడ్ — పైరోగాలిక్ ఆసిడ్

ఆక్సీహరణసామర్థ్యమందు, క్షారద్రావణములసన్నిధిలో ఆక్సిజన్ పీల్చికొని నల్లబడుటయందు, ఇది పైరోగాలిక్ ఆసిడ్‌ను పోలియుండును.

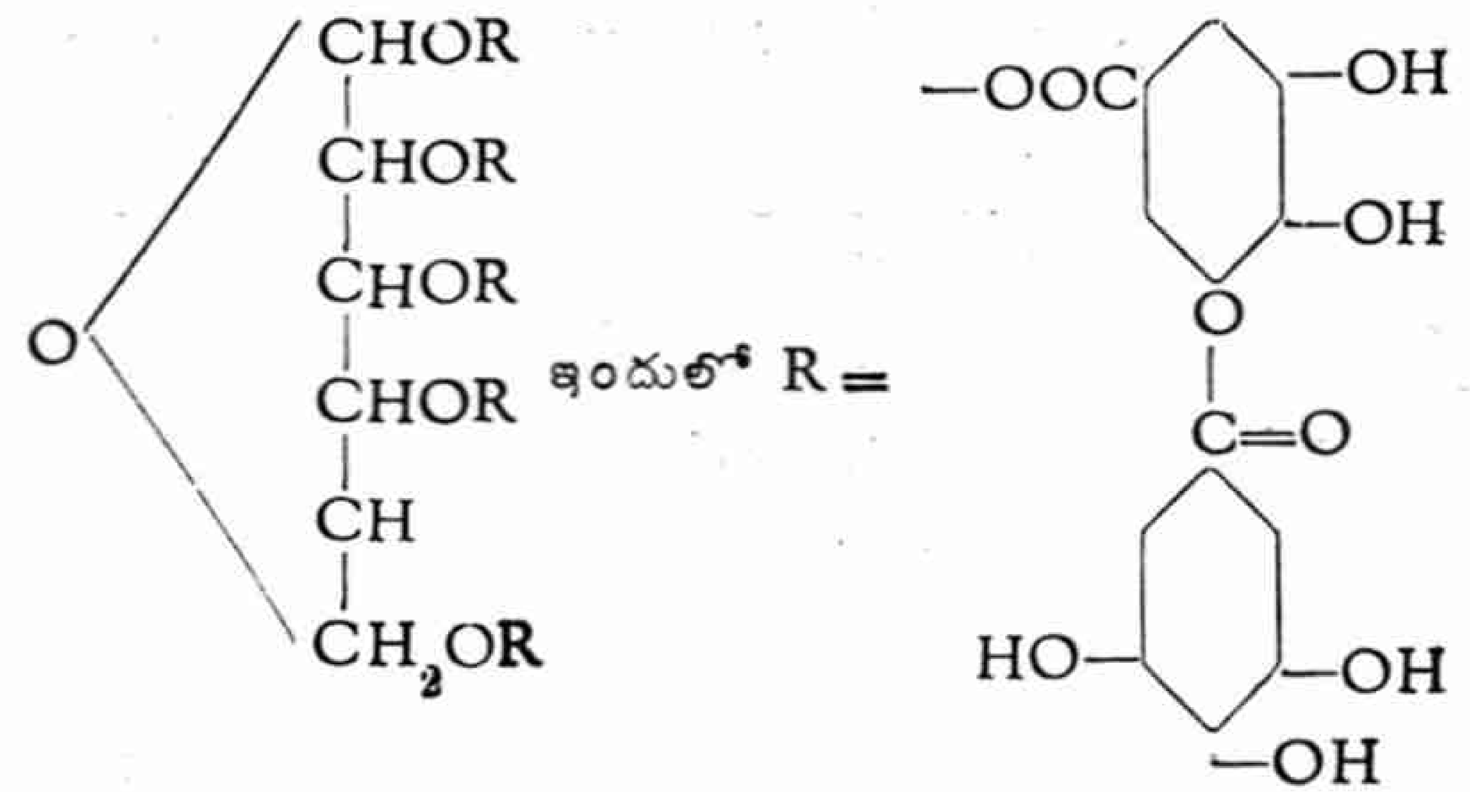
టానిన్‌లు : ప్రకృతిలో దొరకునవి. ఈ క్రింది గుణములు కలవియగు యౌగికములన్నియు టానిన్‌ల తరగతికి చెందినవి. 1. నీటిలో సులభముగా కరుగు అస్ఫాటికద్రవ్యములు. 2. వాటి జలద్రావణములకు వగరురుచి కలదు. 3. ఫెర్రిక్ లవణద్రావణములతో గాఢమైన ఆకుపచ్చరంగు గాని, నీలిరంగుగాని ఇచ్చును. 4 జెలెటిన్‌ను, ఆల్కలాయిడ్‌లను వాటి ద్రావణములనుండి అవక్షేపించును. లెడ్ ఆసిటేట్ చే ఇవి అవక్షేపించబడును.

టానిన్‌లు ప్రకృతిలో విరివిగా కొన్నిచెట్ల ఆకులు (తేయాకు), పట్ట (తుమ్మచెక్క), కాయలు (కరక్కాయలు) వీటిలో దొరకును.

ఈ టానిన్‌ల రాసాయనిక సాంకేతికములు నేటికిని నిర్ణయించబడలేదు. జలవిశ్లేషణమువలన ఇవి గాలిక్ ఆసిడ్ వంటి బహుళహైడ్రాక్సీ ఆసిడ్‌లుగాను, గ్లూకోస్, ఫ్లోరోగ్లూసినాల్ వంటి బహుళ హైడ్రాక్సీ యౌగికములుగాను విడిపోవును. అందువలన వీటిని ఎస్టర్‌లుగా భావించవచ్చును.

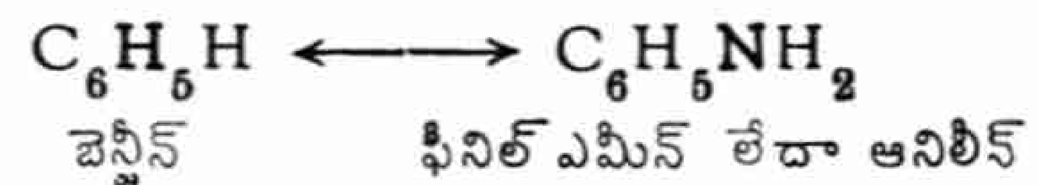
ప్రకృతిలో లభ్యమగు టానిన్‌లకున్న గుణములు కలవి, వాటికన్న సరళతరరచన గలిగినవియగు యౌగికములను కొన్నిటిని ఎమిల్ ఫిషర్ సంయోజనవిధానమున తయారుచేసి వాటికి డెప్సైడ్‌లని పేరిడెను. పాలీహైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ అణువుయొక్క వలయ హైడ్రాక్సీగణముతో అట్టిదే మరొక అణువుయొక్క కార్బాక్సిల్ గణము సంయోగించుటచేత ఈ డెప్సైడ్‌లు లభించును.

టానిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణురచనా సాంకేతికము :




మే. వ. న.

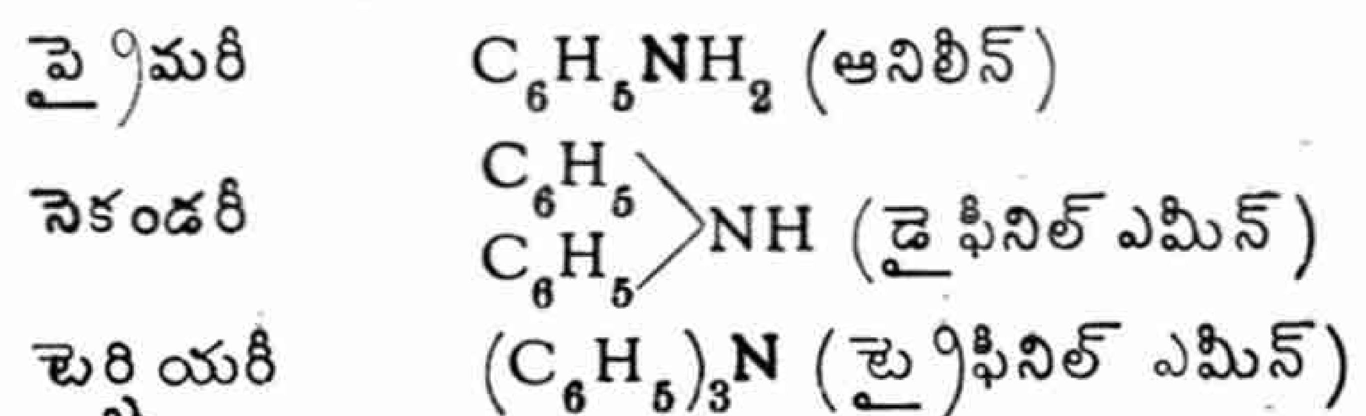
ఆరొమాటిక్ ఎమీన్‌లు : ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లందున్న వలయహైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఎమీనో గణముచే తొలగించినచో ఎమీన్‌లు లభ్యమగును.



$$C_6H_5H \longleftrightarrow C_6H_5NH_2$$

బెన్జీన్ — ఫినిల్ ఎమీన్ లేదా ఆనిలీన్

ఈ యౌగికములందుకూడ ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ అను మూడు తెగలు కలవు :

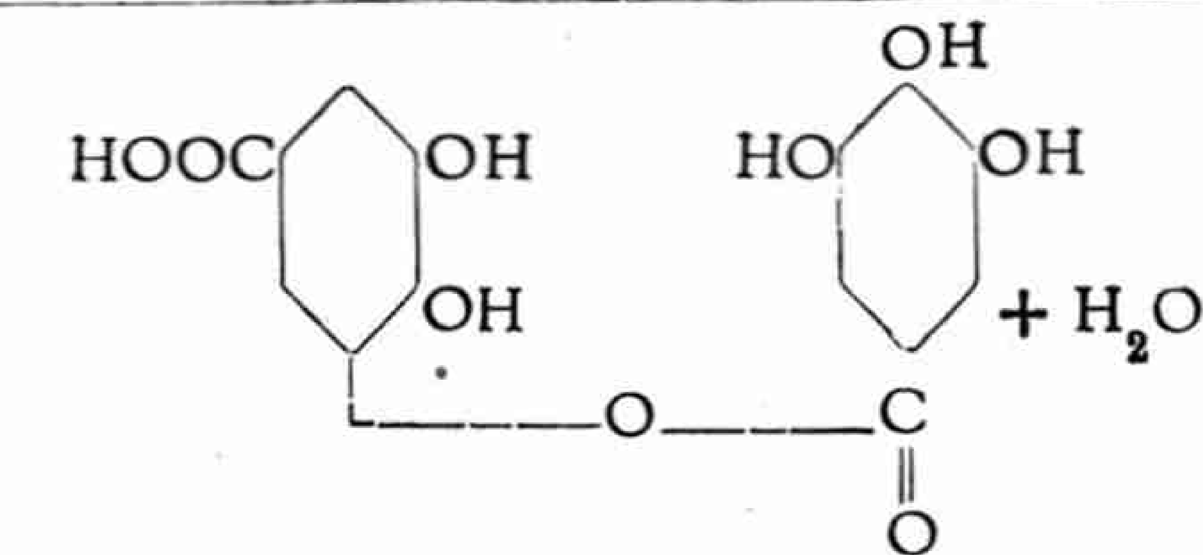


ప్రైమరీ $C_6H_5NH_2$ (ఆనిలీన్)

సెకండరీ $\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \end{matrix}\right> NH$ (డైఫినిల్ ఎమీన్)

టెర్షియరీ $(C_6H_5)_3N$ (ట్రైఫినిల్ ఎమీన్)

ఆరొమాటిక్ ఎమీన్‌లు విశేష పారిశ్రామికోపయోగముగల యౌగికములు. వర్ణద్రవ్యములను, ఔషధములను తయారుచేయుటకు ఇవి ముడిద్రవ్యములు. ఎమీన్‌లను రచించుటకు ఉపయోగించు విధానము లన్నిటిలో (చూ. అలిఫాటిక్ ఎమీన్‌లు) ఆక్సీహరణప్రక్రియ ఆరొమాటిక్ ఎమీన్‌లను తయారుచేయుటకు పారిశ్రామికముగా వాడుకలో ఉన్నది.




టానిక్ ఆసిడ్ (గాలోటానిక్ ఆసిడ్): ఇది టానిన్‌లలో చాల ముఖ్యమైనది. ఇది మాచికాయలలోను, తేయాకులోను ఉండును. చితుకగొట్టిన మాచికాయలను ఎతిల్ ఆల్కహాల్ మిశ్రముచే సారమును తీసినచో లభించును. తక్కిన టానిన్‌లవలె, టానిక్ ఆసిడ్, నీటిలో సులభముగా కరుగు అస్ఫాటికద్రవ్యము.

టానిన్‌ల ఉపయోగము: తోళ్లుపదను చేయుటకు, బట్టలకు రంగులను బంధించుటకు వాడుకలో నున్నది.

ఆరొమాటిక్ ఎమీన్‌లకు అలిఫాటిక్ వాటితో చాల పోలికలున్నను, కొన్ని ప్రధానమైన భేదములుకూడ కలవు. ఈ సందర్భములో రెండురకముల ఆరొమాటిక్ ఎమీన్‌లను గుర్తించుట ఆవశ్యకము. 1. వలయకార్బన్ పరమాణువుతో ప్రత్యక్షముగా కలిసియున్న ఎమీనోగణము కలవి; ఆనిలీన్ ($C_6H_5NH_2$), మెతిల్ ఆనిలీన్

($C_6H_5NH.CH_3$) వంటివి; 2. వలయమునకు కొంత దూరముగానున్న కార్బన్ పరమాణువుతో కలసియున్న ఎమీనోగణము కలవి. బెన్జిల్ ఎమీన్ ($C_6H_5CH_2NH_2$) లేదా ఫీనిల్, మెథిల్ ఎమీన్. ఈ రెండవరకపుఎమీన్‌లు వాస్తవికముగా అలిఫాటిక్ ఎమీన్‌లే. ఇవి అలిఫాటిక్ యౌగికములవలె అకర్బన ఆమ్లములతో లవణములను ఇచ్చును. బంగారము, ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్‌లతో ద్విలవణములకూడ నిచ్చును.

ఈ ప్రైమరీ ఎమీన్‌లుకూడ అలిఫాటిక్ ఎమీన్‌లవలె కార్బైల్ ఎమీన్‌లను ఈయగలవు. నైట్రస్ఆక్సైడ్ చర్యచే అలిఫాటిక్ఎమీన్‌లు ఆల్కహాల్‌లనిచ్చును. ఇవి ఆల్కహాల్‌లకు, ఎమీన్‌లకు మధ్యస్థములగు డైఆజోనియమ్ లవణములను ఇచ్చును :

$$C_6H_5NH_2 + O.N.OH + HCl \longrightarrow C_6H_5N_2Cl + 2HO_2$$

కాని ఈ ప్రక్రియ గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్ పరిసరమందే సాగును. అందువలన డైఆజోనియమ్ లవణములను ఇచ్చునది హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఎమీన్‌తో ఏర్పడిన లవణమే కాని ఎమీన్ కాదని అనుకొనవలెను. ఈ ప్రక్రియకు డైఆజోటీకరణ మని పేరు.

సెకండరీ ఎమీన్‌లు, తుల్యఅలిఫాటిక్ యౌగికములవలెనే నైట్రస్ ఆసిడ్‌తో నైట్రోసోఎమీన్‌లను ఇచ్చును; ఇవి లీబర్‌మాన్ ప్రక్రియనుకూడ కనపర్చును.

ఆరోమాటిక్ టెర్షియరీఎమీన్‌లు అలిఫాటిక్ వాటివలె నైట్రస్‌ఆసిడ్ విషయములో తటస్థముగా ఉండవు. దానితో

$$C_6H_5N(CH_3)_2\ (\text{H}) + HNO_2 \longrightarrow ON\text{-}C_6H_4N(CH_3)_2 + H_2O$$

డైమెథిల్ ఆనిలీన్ — నైట్రస్ ఆసిడ్ — పారానైట్రోసోడైమెథిల్ ఆనిలీన్

ప్రతికరించి అవి పారానైట్రోసోయౌగికములను ఇచ్చును. ఈ యౌగికములు లీబర్‌మాన్‌ప్రక్రియను చూపవు.

ఆనిలీన్ ($C_6H_5NH_2$): బెన్జీన్‌ను ఇనుపరజను, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో ఆక్సీహరించుటవలన ఆనిలీన్ పారిశ్రామికముగా తయారగుచున్నది. ప్రక్రియ ముగిసిన తరువాత మిశ్రమునకు ముద్దసున్నమును కలిపినపుడు, ఆనిలీన్ ఆమ్లముతో సంయోగించి ఏర్పడిన లవణమునుండి ఆనిలీన్‌ను విడుదలచేయుదురు. ఈ మిశ్రమునుండి జలబాష్పస్వేదనమువలన ఆనిలీన్ ను వేరుచేయ వచ్చును.

పరిశుద్ధస్థితిలో ఆనిలీన్ రంగులేని ద్రవము; క్వథనాంకము 180°C; నీటిలో కొద్దిగా కరుగును; విషద్రవ్యము. ప్రైమరీ ఎమీన్ చూపు లక్షణము లన్నిటిని చూపును. ఆక్సీకారక ద్రవ్యములచే సులభముగా ఆక్సీహరించబడును. ఆక్సీకరణ ప్రక్రియలో పరిస్థితులనుపట్టి వేరువేరుద్రవ్యములు ఉద్భవించును. కొనకు ఆనిలీన్‌బ్లాక్ అను నల్లటివర్ణద్రవ్యము మిగులును. రంగులను, మందులను తయారుచేయుటకు ఆనిలీన్ మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది. నీలిమందు తయారుచేయు పారిశ్రామిక విధానములలో నొకదానిలో ఆనిలీన్ ముడిద్రవ్యము.

ఆనిలీన్ వ్యుత్పన్నములు : ఆనిలీన్‌ను గాఢఆసిటిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసిన ఆసిటానిలైడ్ ($C_6H_5NH.CO.CH_3$) లభ్యమగును. ఇది చన్నీటిలో కరుగకపోవుటచే, వేడినీటిలో కరగించి, చల్లార్చి స్ఫటికీకరించుటవలన శుద్ధమైన రేకులవంటి స్ఫటికములు లభించును (ద్రవాంకము. 112°C). పూర్వమిది జ్వరశామకముగా వాడుకలో ఉండెడిది.

కీటోన్‌లు; ఆరోమాటిక్‌కీటోన్‌లు: రచనా విధానమునందు, చాలగుణములందు అలిఫాటిక్‌కీటోన్‌లను పోలియుండును. ఇవికూడ ఆక్సీమ్‌లు ఫీనిల్ హైడ్రోజోన్‌లు మొదలగు సంహతయౌగికములను ఇచ్చును.

కాల్సియమ్ఆసిటేట్‌ను స్వేదించినచో ఆసిటోన్ ఏర్పడినట్లు కాల్సియమ్ బెన్జోయేట్‌ను స్వేదించిన ఆసిటోఫీనోన్ లభ్యమగును.

$$(C_6H_5CO.O)_2Ca + (CH_3COO)_2Ca = 2C_6H_5COCH_3$$

కాల్సియమ్‌బెన్జోయేట్ — కాల్సియమ్‌ఆసిటేట్ — ఆసిటోఫీనోన్

ఆసిటోఫీనోన్, హిప్నోన్ అను పేర నిద్రను కలుగజేయు మందుగా ముందు వాడుకలో నుండెడిది (ద్రవాంకము 19.6°C).

ఫ్రీడెల్-క్రాఫ్ట్‌ప్రక్రియను ఉపయోగించి బెన్జోఫీనోన్‌ను చేయవచ్చును:

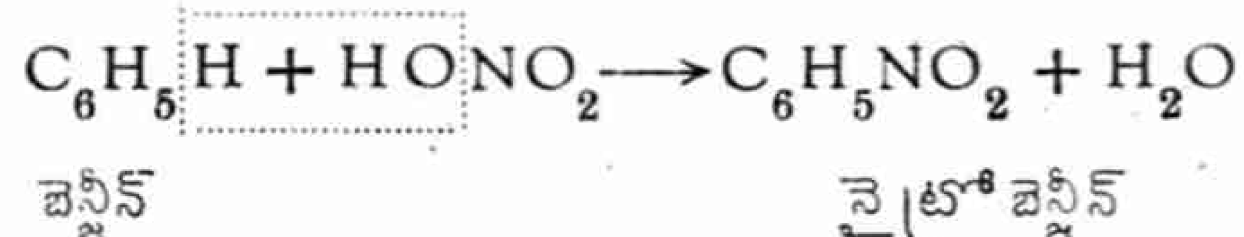
$$C_6H_6 + ClCOCl + C_6H_6 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5COC_6H_5 + 2HCl$$

బెన్జోఫీనోన్

బెన్జోఫీనోన్ రెండు స్ఫటికరూపములలో ఉండును. మోనోక్లినిక్ రూపము చాల అస్థిరము (ద్రవాంకము27°C). రాంబిక్ రూపము స్థిరమైనది (ద్రవాంకము 49°C).

**ఆరోమాటిక్ డైఆజో యౌగికములు:** చూ. డైఆజోయౌగికములు.

**ఆరోమాటిక్ నైట్రో యౌగికములు :** అలిఫాటిక్ నైట్రోయౌగికము లట్లుగాక ఆరోమాటిక్ నైట్రోయౌగికములను ద్రవస్థితిలోనున్న నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో ప్రత్యక్షముగా ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లను నత్రీకరించుటచే పడయవచ్చును.



$$C_6H_5H + HONO_2 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

బెంజీన్ నైట్రోబెంజీన్

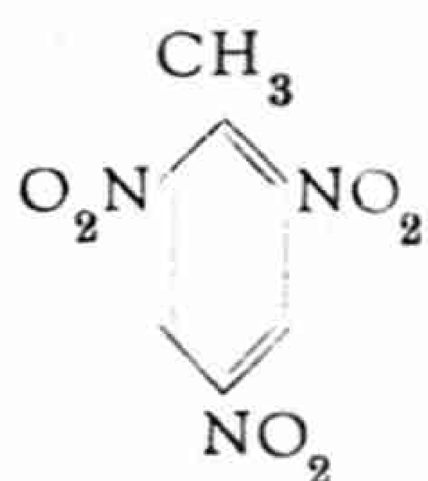
ఈ ప్రక్రియలో ఏర్పడు నీటిని తొలగించుటకు జలమును శోషించు సామర్థ్యముగల గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిసరములో నత్రీకరణమును జరిగించవలెను. ఈ నత్రీకరణ ప్రక్రియలో బెంజీన్ వలయములోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను మూడింటివరకు ప్రతిస్థాపించవచ్చును. ఇట్లు మోనో, డై, ట్రై నైట్రోయౌగికములను తయారు చేయవచ్చును. ఇట్లు లభ్యమగు డై నైట్రోయౌగికములు మెటా ప్రతిస్థాపితయౌగికములు అగును. ఆర్థో, పారా, డై నైట్రోయౌగికములను విశిష్ట విధానములచే తయారు చేయవలెను.

**నైట్రోబెంజీన్:** వర్ణద్రవ్యములకు ముడిద్రవ్యమగు అనిలీన్ అను ఎమీన్ యౌగికము ($C_6H_5NH_2$)ను తయారు చేయుటకు ఇది మొదటి ద్రవ్యమగుటచే దీనిని పారిశ్రామికముగా తయారుచేయుచున్నారు. రంగులేని ద్రవము; నీటిలో కరుగదు. దీనికి తియ్యటివాసన గలదు.

నైట్రోబెంజీన్‌ను పొగలెగయు నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిసరమందు వేడిచేసినచో మెటా డై నైట్రోబెంజీన్ ఏర్పడును. పారిశ్రామికముగా వర్ణద్రవ్యములరచనకు ఉపయోగించు యౌగికమిది. ఇది లేత పసుపు రంగుగల ఘనద్రవ్యము.

**నైట్రోటాల్యుయిన్‌లు:** టాల్యుయిన్‌ను నత్రీకరించినపుడు ఆర్థో, పారా, నైట్రోటాల్యుయిన్‌ల మిశ్రమము లభ్యమగును. నిమ్నప్రేష స్వేదనమువలన ఈ మిశ్రమును విడదీయవచ్చును. ఇవికూడ పారిశ్రామికముగా ప్రధానమైన ద్రవ్యములు.

**ట్రైనైట్రోటాల్యుయిన్:** 2,4,6 ట్రైనైట్రోటాల్యుయిన్ గాఢ నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ల మిశ్రముచే టాల్యుయిన్ నత్రీకరించినపుడు లభ్యమగును. ఇది ప్రబల విదారక ద్రవ్యము. బాంబులలోను, షెల్లులలోను వాడుకచేయు విదారక ద్రవ్యమిదియే. దీనికి 'టి. ఎన్. టి.' అను సంక్షిప్త నామము కలదు.




మే. వ. న.

**ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు:** వలయయౌగికములలో ఇవి సజాతీయవలయ తరగతికి చెందినవి. ఈయౌగికములకు సాధారణముగా విశిష్టమైన వాసనలుండుటచే వీటికి ఆరొమాటిక్ (= వాసనగల) అను విశేషణము చేర్చబడినది.

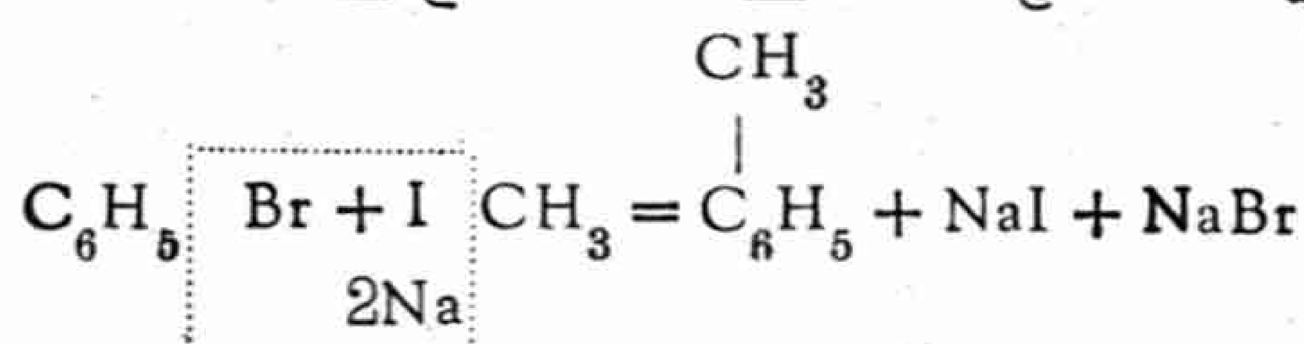
ఈ రకపు యౌగికములలో అనేకములు కోల్తారులో నుండును. ముఖ్యమైన నూరు యౌగికములు తారు నుండియే నేడు తయారగుచున్నవి.

ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లలో బెంజీన్‌వంటి ఏక వలయములు, నాఫ్తలీన్ వంటి సంహత ద్వివలయములు, డైఫీనిల్ వంటి వ్యవహిత ద్వివలయములు, ఆంత్రసీన్, ఫినాంత్రీన్ వంటి సంహత త్రివలయములు గల యౌగికములు అనేకములు కలవు.

ఒకే వలయముగల సరళ హైడ్రోకార్బన్ బెంజీన్, దీని నుండి వ్యుత్పన్నములైన హైడ్రోకార్బన్‌లకు బెంజినోయిడ్ హైడ్రోకార్బన్‌లని పేరు.

విరచనా విధానములు: తారునుండియే గాక కొన్ని సామాన్యరాసాయనిక విధానములచే కూడ ఈ హైడ్రోకార్బన్‌లను తయారుచేయవచ్చును.

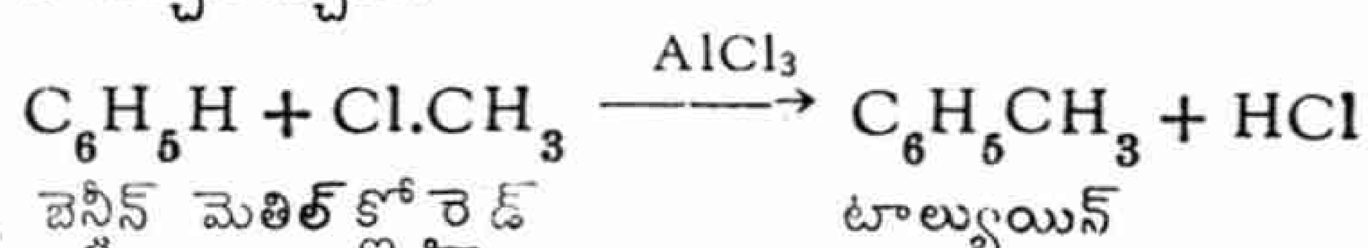
**1. ఫిట్టిగ్ సంయోజన:** బ్రోమోబెంజీన్, ఆల్కిల్ అయిడైడ్ మిశ్రముపై సోడియమ్ ధాతువుచర్యవలన బెంజీన్ నుండి ఏ ఇతర హైడ్రోకార్బన్ నైనను నిర్మించవచ్చును



$$C_6H_5Br + ICH_3 + 2Na = C_6H_5CH_3 + NaI + NaBr$$

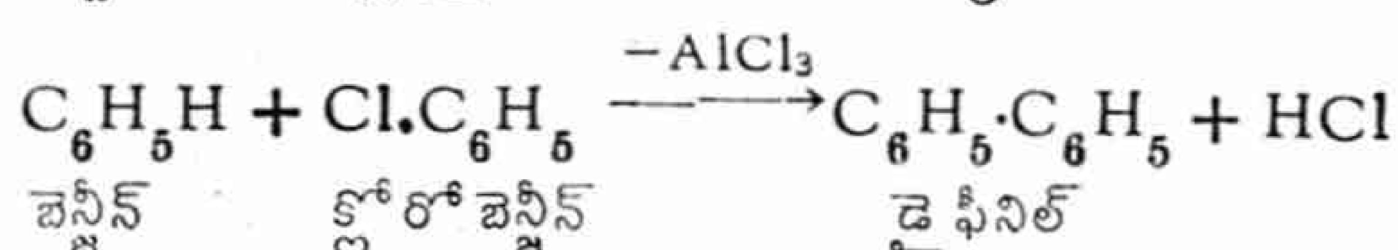
ఈ పైప్రక్రియ టాల్యుయిన్ తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు ప్రక్రియ.

**2. ఫ్రీడల్ & క్రాఫ్ట్ సంయోజన:** అల్యూమినియము క్లోరైడ్‌ను ప్రేరకముగా ఉపయోగించి, బెంజీన్‌కు ఆల్కిల్ గణములనుగాని, ఆరొమాటిక్ (ఆరిల్) గణములను గాని చేర్చవచ్చును.



$$C_6H_5H + Cl.CH_3 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5CH_3 + HCl$$

బెంజీన్ మెతిల్‌క్లోరైడ్ టాల్యుయిన్



$$C_6H_5H + Cl.C_6H_5 \xrightarrow{-AlCl_3} C_6H_5{\cdot}C_6H_5 + HCl$$

బెంజీన్ క్లోరోబెంజీన్ డైఫీనిల్

బెంజినోయిడ్ హైడ్రోకార్బన్‌లు ఆలిఫాటిక్ వాటికన్న ఎక్కువరాసాయనిక ప్రవృత్తి కలవి. ఆలిఫాటిక్ వాటితో పాటు హేలొజన్‌లతో సంయోగించుటయేగాక, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ల చర్యవలన రాసాయనికపు మార్పును చెంది కార్బన్ వలయమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములలో $HSO_3$ గణము, $-NO_2$ గణము కల ప్రతిస్థాపితయౌగికములు ఏర్పడును. బెంజినోయిడ్ హైడ్రోకార్బన్‌లయందు ముఖ్యములైనవి బెంజీన్ ($C_6H_6$), టాల్యుయిన్ ($C_6H_5.CH_3$), జైలీన్ [$C_6H_4(CH_3)_2$].

బెన్జీన్ ($C_6H_6$): పైచెప్పిన సామాన్యపద్ధతులు కాక బెన్జీన్‌ను తయారుచేయుటకు కొన్ని విశిష్టపద్ధతులు కలవు.

1. ఆసిటిలీన్‌ను ఎర్రగా కాల్చిన ఇనుపగొట్టముద్వారా పంపుటవలన బెన్జీన్ ఏర్పడును :



$$3C_2H_2 \longrightarrow C_6H_6$$

ఈ ప్రక్రియ ఆలిఫాటిక్ యౌగికములనుండి వలయ యౌగికములను తయారుచేయవచ్చుననుటకు దృష్టాంతము.

2. సోడియమ్ బెన్జోయేట్‌ను సోడా లైమ్‌లో వేడి చేయుట :



$$C_6H_5\,COONa + Na\,O\,H \longrightarrow C_6H_6 + Na_2CO_3$$

ఇది ఆలిఫాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లను తయారుచేయుట కుపయోగించు డ్యూమాపద్ధతిని పోలియున్నది.

గుణములు : బెన్జీన్ స్వాభావికమైన వాసనగల రంగు లేని ద్రవము (క్వథనాంకము 80°C ; ఘనీభవనాంకము 6°C). తక్కిన ఆరోమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లవలె పొగ నిచ్చు మంటతో మండును. బెన్జీన్ అసంతృప్త హైడ్రో కార్బన్ అనుటకు అది హైడ్రోజన్‌తో, క్లోరిన్‌తో, బ్రోమీన్‌తో సంకలనయౌగికములు ఏర్పడుటయే కారణము. కాని దీని అసంతృప్తత ఓలిఫైన్‌ల దానిని పోలియుండదు.

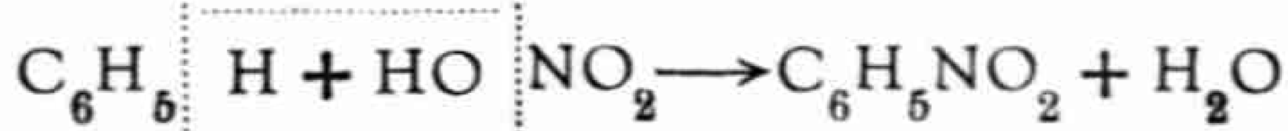
బెన్జీన్ యొక్క రాసాయనికప్రవృత్తి క్రింది ప్రక్రియలచే విశదమగును :

1. నికెల్ సన్నిధిలో హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించి సైక్లోహెక్సేన్‌ను ఇచ్చును.

2. ఉజ్జ్వల సూర్యకాంతిలో క్లోరిన్‌గాని, బ్రోమీన్‌గాని బెన్జీన్‌తో సంయోగించి, బెన్జీన్ హెక్సాక్లోరైడ్ ($C_6H_6Cl_6$) లేదా బెన్జీన్ హెక్సాబ్రోమైడ్ ($C_6H_6Br_6$) ను ఇచ్చును.

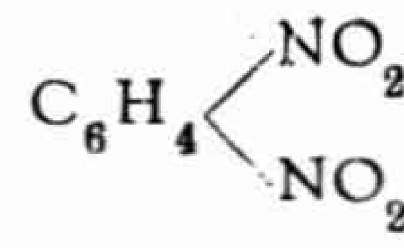
3. అల్యూమినియమ్‌క్లోరైడ్ లేదా అయిడీన్ వంటి దాహకప్రేరకముల సన్నధిలో, క్లోరిన్‌గాని, బ్రోమీన్ గాని బెన్జీన్ యొక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి వాటిస్థానములను ఆక్రమించి, ప్రస్థాపిత యౌగికములను ఇచ్చును. ఇటుల వలయమునకు చెందిన ఆరు హైడ్రోజన్ పరమాణువులనుకూడ క్లోరిన్‌చే తొలగించి హెక్సాక్లోరోబెన్జీన్ ($C_6Cl_6$) ను తయారుచేయవచ్చును.

4. గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్, ముఖ్యముగా గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో కలిసి, బెన్జీన్‌లోని ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును నైట్రోగణముచే తొలగించగలదు :



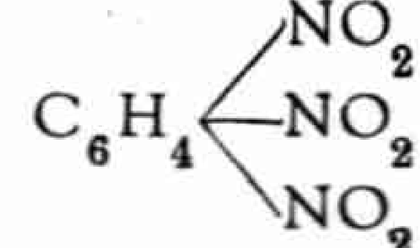
$$C_6H_5\,H + HO\,NO_2 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

ఫ్యూమింగ్ (పొగలెగయు) నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను వాడుక చేసినచో రెండుగాని, లేదా మూడుగాని నైట్రోగణములను వలయములో ప్రవేశపెట్టవచ్చును.



$$C_6H_4(NO_2)_2$$

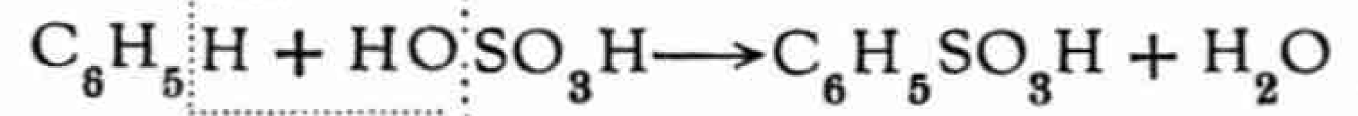
డైనైట్రోబెన్జీన్



$$C_6H_4(NO_2)_3$$

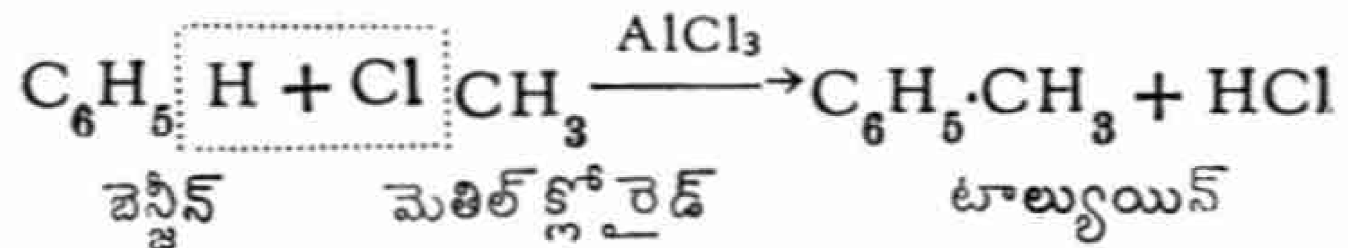
ట్రైనైట్రోబెన్జీన్

5. బెన్జీన్‌పై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్య వలన బెన్జీన్‌సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును:



$$C_6H_5\,H + HO\,SO_3H \longrightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$$

6. నిర్జల అల్యూమినియము క్లోరైడ్ సన్నిధిలో బెన్జీన్‌పై ఆల్కిల్, లేదా ఆరిల్ క్లోరైడ్‌ల చర్యచే బెన్జీన్ హోమోలాగీయయౌగికములను తయారు చేయవచ్చును (చూ. ఫ్రీడల్ & క్రాఫ్ట్ సంయోజన, పు. 181).



$$C_6H_5\,H + Cl\,CH_3 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5{\cdot}CH_3 + HCl$$



బెన్జీన్ రచన : బెన్జీన్‌కు వలయరచన ఆరోపించవలసిన ఆవశ్యకత సమీక్షలో విరివిగా చర్చించబడినది. (చూ. పు. 106) బెన్జీన్ వలయములో హైడ్రోజన్‌కి ఆదేశముగా వచ్చిన పరమాణు గణముల యొక్క స్థాననియోజక ప్రభావమును గూర్చి దిగువ చర్చింపబడినది. బెన్జీన్ వలయములో ఇదివరకే యొక ప్రతిస్థాపితగణమున్నప్పుడు, మరల రెండవ ప్రతిస్థాపితగణమును వలయములో ప్రవేశపెట్టచూచినచో నూతనగణము మొదటి దానికి సాపేక్షముగా ఆర్థో, పారా, లేదా మెటా అను మూడు ప్రత్యేకస్థానముల స్వీకరించుటకు సంభావనకలదు. దృష్టాంతమునకు టాల్యుయిన్‌ను నత్రీకరించినపుడు ఆర్థో, పారా, మెటా రూపములు మూడును ఫలితములో నుండవచ్చునని మన మనుకొనవచ్చును. కాని వాస్తవికముగా మిశ్రమములో ఆర్థో, పారా రూపములు ఎక్కువగా సంభవించును. మెటా రూపము 3%కన్న ఎక్కువ కనపడదు ; అందువలన తొలిని బెన్జీన్‌వలయములోనున్న మెథిల్ ($CH_3$) గణము నత్రీకరణములో ఆదేశముగావచ్చుచున్న $NO_2$ గణముపై తన నియోజక ప్రభావమును నెరపి, ఆర్థో, పారా రూపములే సంభవించునట్లు చేసినది. నైట్రోబెన్జీన్‌ను నత్రీకరించినపుడు ఆదేశముగావచ్చు ద్వితీయ నైట్రోగణము కేవల మెటా స్థానమునే స్వీకరించును. అనగా మెథిల్ గణము ప్రవేశించనున్న గణమును ఆర్థో, పారా స్థానములకు నియోజించునది ; కాగా నైట్రోగణము, దానిని మెటా స్థానమునకు పంపును. ఇట్టి ప్రతిస్థాపనప్రయోగముల ఫలిత

$CH_3$

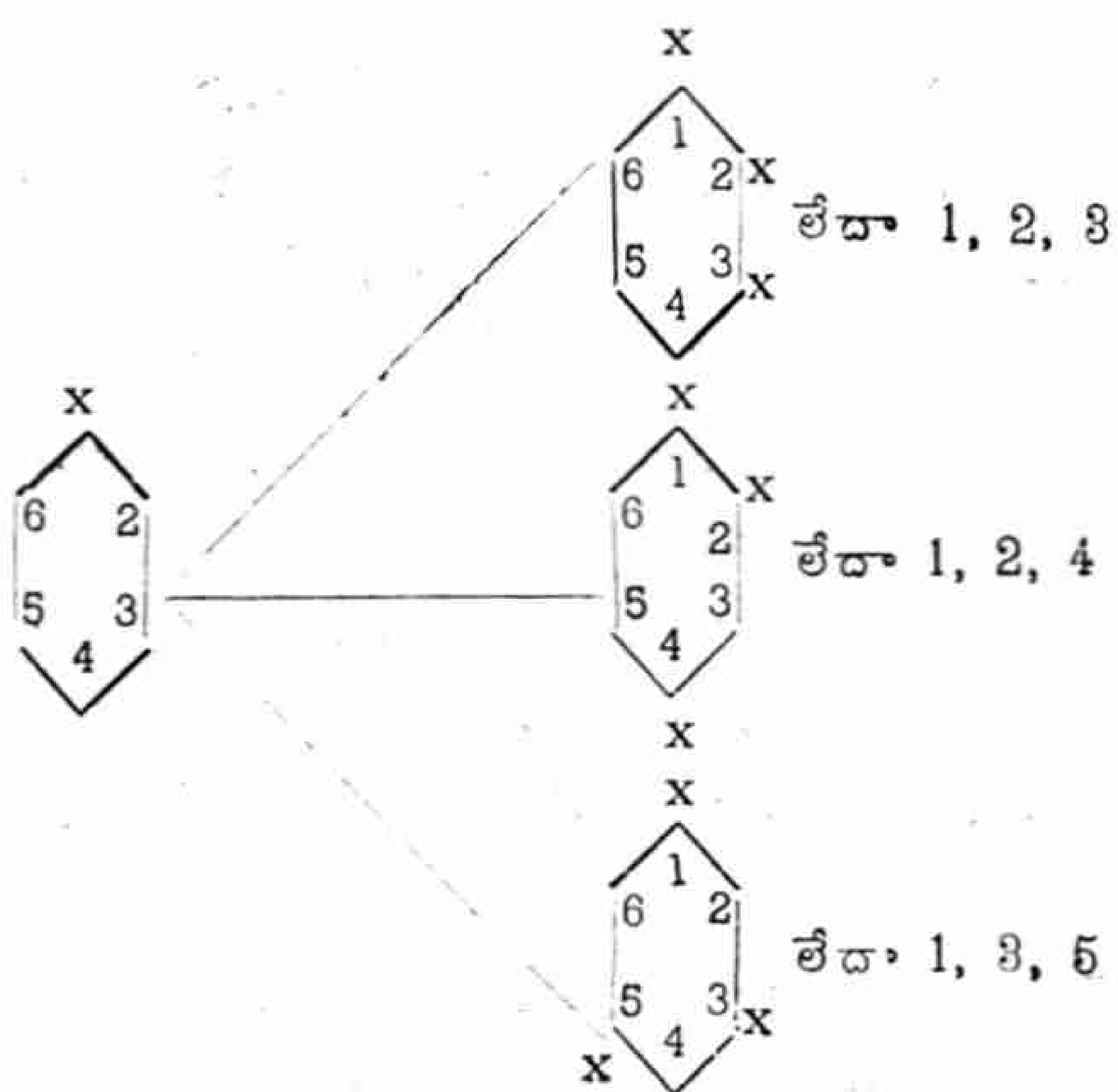
$NO_2$

ముగా $-Cl$, $-Br$, $-I$, $-NH_2$, $-OH$, $-CH_3$ గణములకు ఆర్థో, పారా, నియోజకసామర్థ్యమున్నటులను, $-NO_2$, $-SO_3H$, $-CN$, $-CHO$ గణములకు మెటా నియోజక ప్రభావమున్నటులను తెలిసినది. ఈ నియోజకప్రభావమునకు హేతువులను అరయుటలో చాలప్రయత్నములు చేయబడినవి. కాని తృప్తికరమగు సమాధానమేదియును బయలుపడలేదు. ఇటీవల ఈ ప్రయోగ ఫలితములను ఎలక్ట్రానిక్ యోజనీయతా సిద్ధాంత దృష్టిలో వివరించుటకు రాసాయనికులు యత్నించుచున్నారు. సిద్ధాంతములు చాల క్లిష్ట స్వభావముగల వగుటచే వాటి నిచ్చట విస్తరించుటకు చోటులేదు.

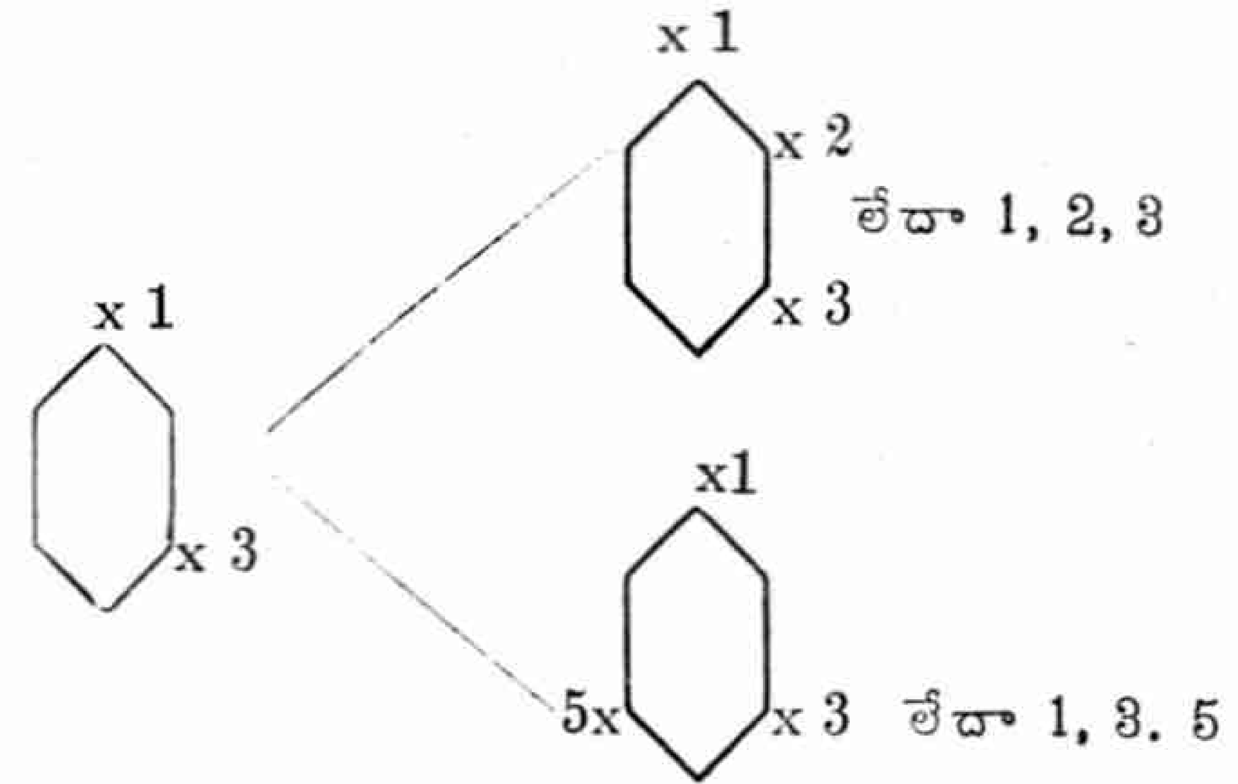
**స్థాననిర్దేశము :** బెన్జీన్‌వలయమందలి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు నూతనగణములచే ప్రతిష్ఠాపించబడినపుడు లభ్యమగు ద్విప్రతిష్ఠాపిత వ్యుత్పన్నము, ఆర్థో, పారా, మెటా అను మూడుభిన్నరూపములలో ఉండు నని చెప్పియుంటిమి. మూడు యౌగికములలో నేది ఏ రూపమో తెలిసికొనవలసియున్నది. దీనికి రుజువైన మార్గమును కర్నర్ అను జర్మనురాసాయనికుడు సూచించెను.

ఈ మూడు ద్విప్రతిష్ఠాపిత యౌగికములను తీసికొని ఒక్కొక్క దానినుండి ఎన్నెసి త్రిప్రతిష్ఠాపిత వ్యుత్పన్నములు తయారు చేయుటకు వీలుండునో నిశ్చయించుటవలన మొదటి ద్విప్రతిష్ఠాపిత యౌగికముల రూపమేదో చెప్పవచ్చును.

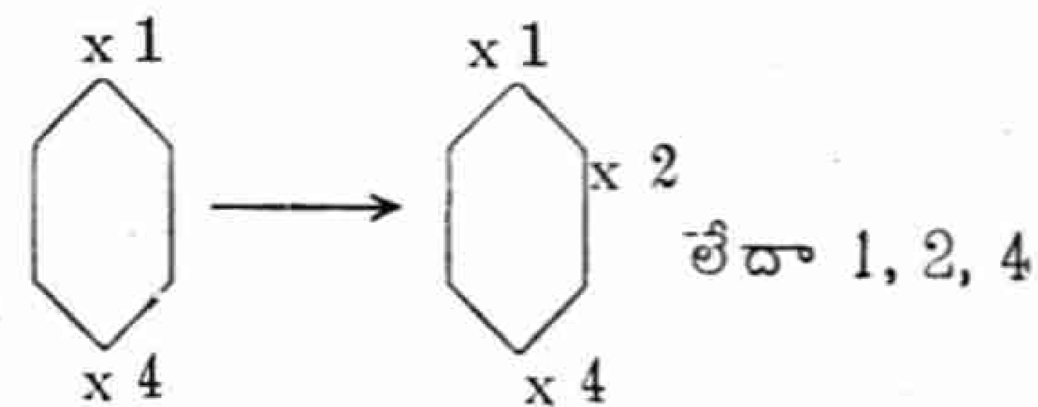
ఆర్థోయౌగికమునుండి మూడేమూడు త్రిప్రతిష్ఠాపిత యౌగికములను పడయవచ్చు నని క్రింది చిత్రము వలన తెలియనగును :




అట్లే మెటాయౌగికమునుండి రెండేరెండు త్రిప్రతిష్ఠాపితయౌగికములు ఉత్పన్నమగును :




పారాయౌగికము ఒకే ఒక త్రిప్రతిష్ఠాపిత యౌగికమును ఇచ్చును. ఏలన మూడవగణమును ఎచ్చోట నిమిడ్చినను 1,2,4, క్రమములోనే ఉండునని స్పష్టముగా తెలియనగును.

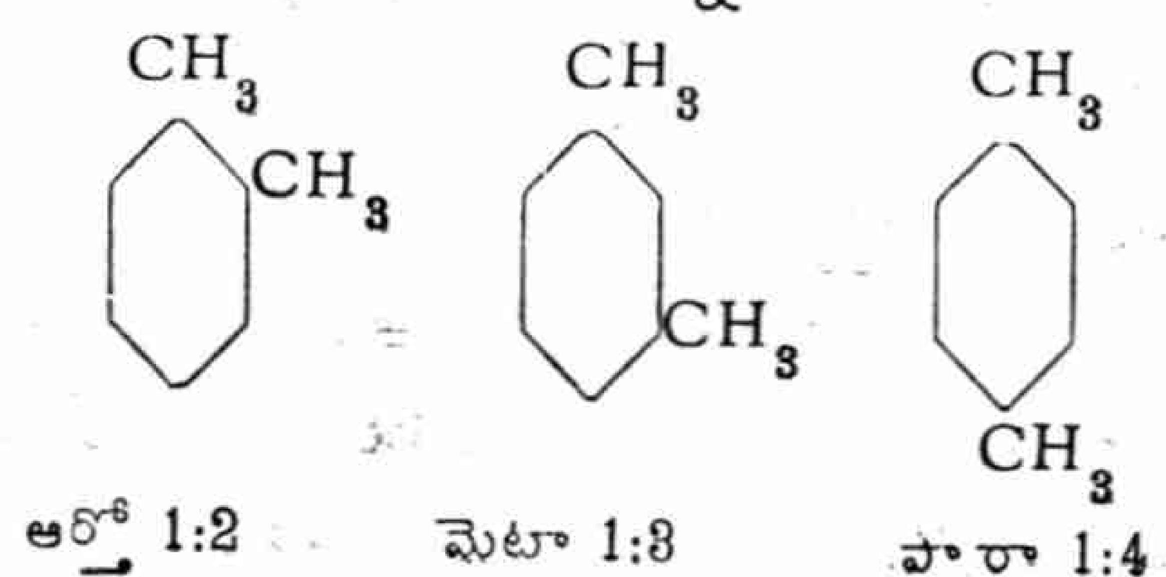



ఈ పై చర్యవలననే ద్విప్రతిష్ఠాపితయౌగికము మూడు భిన్న త్రిప్రతిష్ఠాపిత వ్యుత్పన్నములను ఇచ్చునో అది ఆర్థో రూపమనియు, రెండే వ్యుత్పన్నములను ఇచ్చునది మెటా రూప మనియు, ఒకే ఒక వ్యుత్పన్నము ఇచ్చునది పారా రూపమనియు తెలియనగును.

**బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు :** బెన్జీన్‌నుండి వ్యుత్పన్నమైన హోమోలగీయ హైడ్రోకార్బన్‌లు, ఏకప్రతిష్ఠాపిత యౌగికములు; సాధారణముగా బెన్జీన్‌కన్న ఎక్కువ రాసాయనిక ప్రవృత్తిని ప్రదర్శించును. దృష్టాంతమునకు బెన్జీన్‌నుండి లభ్యమైన హైడ్రాక్సీయౌగికము ఫీనోల్ ($C_6H_5OH$) బ్రోమీన్ జలద్రావణము చర్యవలన అతి సులభముగా ట్రైబ్రోమోఫీనోల్ [$C_6H_3(OH)Br_3$]ను, విలీననైట్రిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన నైట్రోఫీనోల్‌ల [$C_6H_5(OH)NO_2$]ను ఇచ్చును. ఇటులనే బెన్జీన్ ఎమినోయౌగికమైన ఆనిలీన్ అతిసులువుగా బ్రోమీన్ ద్రావణము, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, మొదలగు రాసాయనిక ద్రవ్యముల చర్యకు లోనగును.

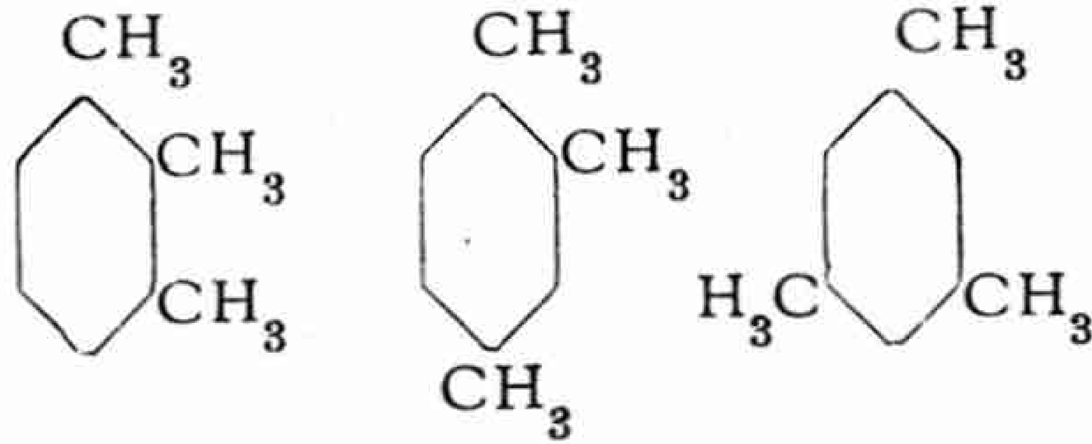
బెన్జీన్ హెూమలోగులు : టాల్యుయిన్ లేదా మెథిల్ బెన్జీన్ ($C_6H_5CH_3$) : క్వథనాంకము 110°C

జైలీన్‌లు లేదా డైమెథిల్ బెన్జీన్ ($C_8H_{10}$) లందు మూడు సమాంగరూపములు ఉన్నవి :



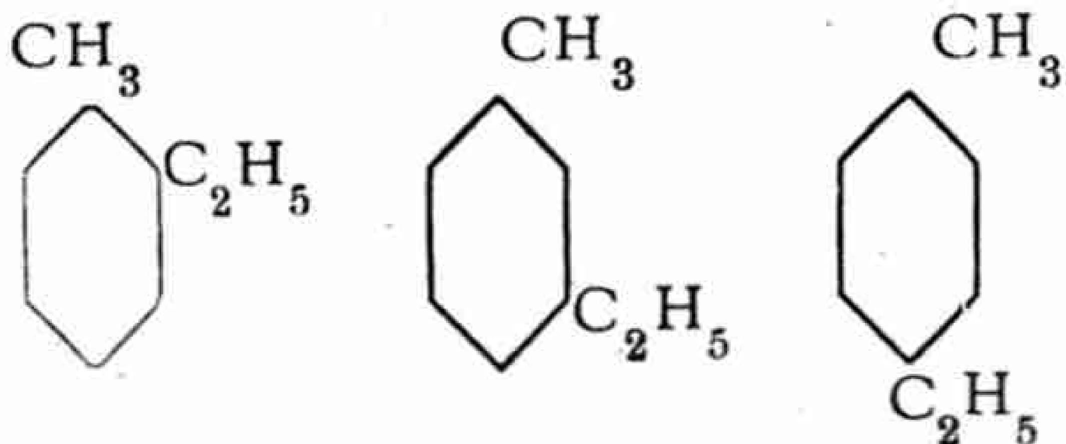
జైలీన్‌లతో స్థానసమాంగ రూపతనుగాక, శృంఖలా సమాంగరూపతను కనబరచు యౌగికము ఎతిల్ బెన్జీన్ ($C_6H_5.CH_2.CH_3$) ఉన్నది. ఈ పై యౌగికములు అన్నియు తారులో దొరకును.

ట్రైమెతిల్ బెన్జీన్‌లు ($C_9H_{12}$)



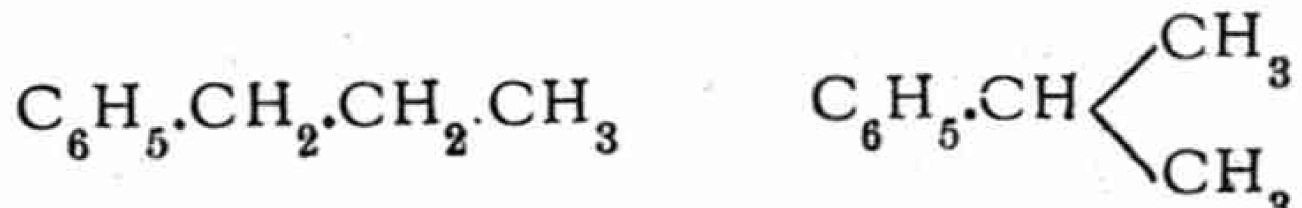

| హెమిమెల్లిటీన్ | సూడోకుమీన్ | మెసిటలీన్ |
| --- | --- | --- |
| విసినల్ లేదా | అసౌష్ఠవ లేదా | సౌష్ఠవ లేదా |
| 1:2:3 రూపము | 1:2:4 రూపము | 1:3:5 రూపము |

తక్కిన సమాంగరూపములైన మెతిల్ ఎతిల్ బెన్జీన్‌లు క్రింది చిత్రముల వలన తెలియనగును :




1:2 రూపము   1:3 రూపము   1:4 రూపము

వీటితో శృంఖలాసమాంగతా రూపమును కనపరచు ప్రోపిల్ బెన్జీన్, ఐసోప్రోపిల్ బెన్జీన్ అను మరిరెండు యౌగికములు ఉన్నవి :




ప్రోపిల్ బెన్జీన్ ఐసోకుమీన్   ఐసోప్రోపిల్ (బెన్జీన్ కుమీన్)

పై మూడు ట్రైమెతిల్ బెన్జీన్‌లు, కోల్తారులో ఉన్నవి టెర్పీన్‌లు, కర్పూరమువంటి యౌగికముల విచ్ఛేదనము వలన కుమీన్ లభ్యమగును.

$C_{10}H_{14}$ సాంకేతికముగల హైడ్రోకార్బన్‌లు 22 ఉన్నవి. వాటిలో పారామెతిల్ ఐసోప్రోపిల్ బెన్జీన్ చాల ముఖ్యమైనది. దీనికి సైమీన్ అనిపేరు (చూ. టెర్పీన్‌లు). సి. వి. సు.

**ఆర్గాన్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. జడవాయువు. పరమాణ్వంకము 18; సంకేతము Ar; పరమాణుభారము 39 44. ఆర్గాన్ అపురూపవాయువు అను వాడుకలో ఉన్నప్పటికిని వాస్తవానికి అంత అరుదుకాదు. వాతావరణములో (గాలిలో) ఉన్న 1% ఆర్గాన్‌ను పారిశ్రామికంగా గ్రహించి సరఫరా చేయుదురు. ఆర్గాన్ ద్రవాంకము −189.4°C. క్వథనాంకము −185.9°C (వాతావరణము ప్రేషము వద్ద). రుచి, రంగు వాసనలేని వాయువు. సాధారణ పరిస్థితులలో వాయురూపములోనే ఉన్నను తేలికగా ద్రవీకరించి, ఘనీభవింప చేయవచ్చును. లీటరు ఆర్గాన్ బరువు ఒక వాతావరణప్రేషము వద్ద 1.7839 గ్రాములు. * * *

**ఆర్కిమీడీజ్** (క్రీ.పూ. 287? - 212): ప్రసిద్ధ గ్రీక్ గణితవేత్త; భౌతికవిజ్ఞాని; గొప్ప ఉపజ్ఞగల మేధావి; విశిష్ట గురుత్వమునకును తులాదండమునకును ప్రాతిపదిక సూత్రములను కనుగొని నిర్వచించెను (చూ. భౌతిక విజ్ఞానసమీక్ష పుట. 11; ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రము). * * *

**ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రము :** క్రీ. పూ. 3 వ శతాబ్దములో గ్రీక్ శాస్త్రవేత్త, గణితశాస్త్రజ్ఞుడు అయిన ఆర్కిమీడీజ్ కనుగొనిన నియమమునకు ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రమని పేరు.

వస్తువులు ఏదేని ద్రవములో మునిగి ఉన్నప్పుడు అవి తమబరువును కొంత కోల్పోయినట్లు అగుపడును. ఇట్లు వస్తువులు తమలోని కొంతబరువును కోల్పోవుట ద్రవములో నొకవిధమైన బలము ఆ వస్తువులను పైకి త్రోయుచుండుట వలననే సంభవించుచున్నది. ఈ బలమునకు 'ఉత్ప్లవనబల' మని పేరు.

ఒక వస్తువు ఏదేని ఒకద్రవములో పూర్తిగగాని, అసంపూర్తిగగాని మునిగియున్నపుడు ఆ వస్తువు తనలోని కొంతబరువును కోల్పోయిన ట్లగపడును. ఇట్లు ఆ వస్తువు కోల్పోయినట్లు అగుపడిన బరువు ఆ వస్తువుయొక్క మునిగినభాగముయొక్క ఘనపరిమాణమంత ఘనపరిమాణము కలిగిన ద్రవపుభారమునకు సమానము.

ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రమును ఉపయోగించి పెక్కుశాస్త్ర విషయములను మనము కనుగొనవచ్చును. ముఖ్యముగా,

1. వస్తువుల సాంద్రతలను, సాపేక్ష సాంద్రతలను కనుగొనుటలో దీని ఉపయోగము మిక్కిలి ఎక్కువ;
2. ద్రవముల సాంద్రతలు, సాపేక్షసాంద్రతలు వెంటనే సులభముగ కనుగొనుటకై నిర్మింపబడిన విశిష్టగురుత్వ మాపకములు ఆర్కిమీడీజ్‌సూత్రముపైననే ఆధారపడియున్నవి;
3. సముద్ర జలములో ఓడ దిగువభాగము ఎంతవరకు మునిగినదో తెలిసికొని ఓడబరువును కనుగొనవచ్చును. ఓడబరువు దానిచే స్థానచ్యుతిని పొందిన సముద్రపు నీటిభారమునకు సమానము.

ఆర్కిమీడీజ్‌సూత్ర మనునది ప్రకృతిలో ఎందుకుండవలెనో మనము క్రింది సమాలోచనవలన తెలిసికొనవచ్చును. ఏదేని ద్రవముపై ఒక వస్తువు కొంతమునిగి తేలుచున్న పరిస్థితియందు రెండు బలముల సమతాస్థితి మనకు గోచరమగు చున్నది. అందొకటి: తేలుచున్న

వస్తువునకు ద్రవములోనున్న భారము; రెండవది: ఆ వస్తువు చుట్టునున్న ద్రవపు తేల్పు లేదా ఉత్ప్లవనబలము. ఆ వస్తువును ద్రవమధ్యమునుండి తీసివేసిన, అది ఇదివరకు మునిగియున్నంత మట్టుకు ద్రవములో మొదట డొల్ల ఏర్పడును. ఈ డొల్లలోనికి పరిసరములలోనున్న ద్రవ్యము ప్రవహించి దానిని నింపును. ఇప్పుడు ఆ డొల్లలోనున్న ద్రవ భాగము, మిగిలిన పరిసరద్రవముతో సమానస్థితిలోనున్నది. అనగా, ఆడొల్లను ఆక్రమించిన ద్రవభారము, పరిసర ద్రవపు ఉత్ప్లవనబలముతో సమతాస్థితిలో నున్నది. అనగా, ముందు తేలుచున్న వస్తువుభారము, పరిసరద్రవముతో సమతాస్థితిలో ఉండెను. ఇప్పుడో ఆ తేలుచుండిన వస్తువు మునిగినంత చోటులో నున్న ద్రవముతో పరిసర ద్రవము సమతాస్థితిలో నున్నది. ఈ రెండు సమతాస్థితుల యందు పరిసర ద్రవ్యము యొక్క ఉత్ప్లవన బలము సమానమే. అందుచే ఆ ఉత్ప్లవనబలమును ప్రతిఘటించుచున్న తేలుచున్న వస్తువునకు ద్రవములోగల భారము, తేలినవస్తువు మునిగినంతచోటులో చేరిన ద్రవ భాగపు భారమును సమానములు.

ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రమును క్రింది చిన్నప్రయోగముచే కూడ రుజువు చేయవచ్చును. A అను అవచ్ఛేదము కలిగి, సమచతురస్ర, సమాంతరానీకాకారముననున్న ఒక వస్తువు D అను సాంద్రతగలిగిన ద్రవములో మునిగియున్నదనుకొనుము. ద్రవము లంబముగనున్న ముఖములపై నెరపు క్షైతిజబలములు అన్నివైపులను సమానమగుటచే పరిణామబలము శూన్యము. ఆ ద్రవము ఊర్ధ్వ ముఖముపై $h_1DA$ అను అధోబలమును, అధోముఖముపై $h_2DA$ అను ఉత్ప్లవనబలమును నెరపును. అందుచే

$$\text{మొత్తము ఉత్ప్లవనబలము} = h_2DA - h_1DA$$
$$= hDA$$
$$= hA \times D$$

ఇందు $hA$ = వస్తువు ఘనపరిమాణము

$D$ = ద్రవపుసాంద్రత

అనగా, మొత్తపు ఉత్ప్లవనబలము మునిగినంతవరకు వస్తువుతో సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవము భారమునకు సమానము.

బి. పూ. రా.

**ఆర్సెనిక్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 33; సంకేతము As; పరమాణుభారము 74.92 [చూ. ఆర్సెనిక్ వర్గము].

* * *

**ఆర్సెనిక్ వర్గము :** ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు నైట్రోజన్, భాస్వరము ఆవర్తక్రమమందు V b వర్గములో అమరియున్నవి. ఈ మూలద్రవ్యముల ఆక్సిజన్ యోజనీయత ($X_2O_5$), క్లోరిన్ యోజనీయత ($XCl_5$) గరిష్ఠ యోజనీయతగా పరిణమించినది. హైడ్రోజన్‌తో వీటి యోజనీయత మూడే ($XH_3$). ఇది ఈ మూలద్రవ్యములు చూపు పరస్పరరాసాయనిక సాదృశ్యత. ఈ వర్గములో మీదనున్న నైట్రోజన్ ప్రచురముగా అధాతువు; క్రింద నున్న బిస్మత్తు ప్రచురముగా ధాతువు; భాస్వరముకూడ అధాతువే. ఈవర్గములో మొదట ధాతుధర్మములను కొద్దిగా కనపర్చునది ఆర్సెనిక్. అదియును దానియొక్క విశిష్టరూపమైన నల్లఆర్సెనిక్ చూపు విద్యుద్వాహకగుణమందు కన్పట్టుచున్నది. తరువాతదియైన ఆంటిమోని అయన్‌జనకములగు లవణములను ఇచ్చుటచే (చూ. మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము) దానిని ధాతువనియే చెప్పవలెను. బిస్మత్తు బాహాటముగా ధాతువు.

**ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు :** వీటి రూపాంతరములలో భేదముకన్న సాదృశ్యము ఎక్కువచూపుటచే వీటిని కలిపి పరిశీలించుట మేలు. ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని రెండును మూడేసి రూపాంతరములలో నున్నవి.

పసుపురంగు (α) రూపము : ఈ రూపము తెల్లభాస్వరమును పోలియుండును. దానివలెనిదికూడ చాల అస్థిరము. కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్‌లో కరుగును. తెల్ల భాస్వరమువలె పసుపుఆర్సెనిక్ తాపముచే బాష్పీకరించబడిన మూలద్రవ్యమును అకస్మాత్తుగా శీతలీకరించుట వలన లభ్యమగును. పసుపు ఆంటిమోని స్టిబైన్[ఆంటిమోని హైడ్రైడ్ ($SbH_3$)] పై '$-90°C$' వద్ద ఆక్సిజన్ ద్రవముయొక్క చర్యచే నేర్పడును.

నలుపురంగు (β) రూపము : ఈ ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని రూపములు రెండును అస్ఫాటిక భాస్వరమును పోలియున్నవి. ఇవి పైవాటికన్న కొంచెము స్థైర్యము గలవైనను ధూసరవర్ణముగల రూపాంతరములకన్న తక్కువ నిలుకడగలవి.

ఇవి కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్‌లో కరుగవు. హైడ్రోజన్‌వాయువులో ధూసరఆర్సెనిక్‌ను ఒకనాళములో వేడిచేసినచో నాళపు శీతలప్రదేశములపై నల్లటి ఆర్సెనిక్ పొరగా ఏర్పడును. అంటిమోనిబాష్పము శీఘ్రముగా శీతలీకరించుటవలన నల్లటి అంటిమోనిగా మారును.

ధూసర లేదా ధాతవ (γ) రూపము: నల్లటి భాస్వరమును లేదా బిస్మత్తు ధాతువును పోలియుండును. ఇది పొరలుపొరలుగా ఉండును; ఈ రూపములో ఇది మిక్కిలి సాంద్రత గలది. ఉత్తమ విద్యుద్వాహకము కూడను. ఈ రూపము చాల నిలకడ కలది. తక్కిన రూపాంతరములు దీనిలోనికే మారజూచును. వీటిగుణములు ధాతుగుణములే.

క్షర మిశ్రములో 85% సీసము, 15% అంటిమోని ఉండును. బ్రిటానియా ధాతుమిశ్రములో తగరము 80%, అంటిమోని 10% ఉండును. రాగి, తగరము, అంటిమోని, ధాతుమిశ్రములు యంత్రపు ఇరుసులకు కందెన చూర్ణములుగా వాడుకలో నున్నవి. తెర్మోకపుల్‌ను అంటిమోనితో తయారుచేయుదురు.

చాలతక్కువ తాపక్రమములో ద్రవీభవించు ధాతుమిశ్రముల తయారుచేయుటకు బిస్మత్తు ముఖ్యముగా వాడుకలోనున్నది. ఈధాతుమిశ్రములలో ముఖ్యమైన వాటిని కొన్నిటిని వాటి ద్రవీభవన తాపక్రమములతో, వాటిపాళ్లతో క్రిందను చూడవచ్చును.

ధాతుశాతములు

| ధాతుమిశ్రము | ద్రవాంకము°C | బిస్మత్తు. | సీసము. | తగరము. | కాడ్మియమ్. |
|---|---|---|---|---|---|
| న్యూటన్ | 93° | 54.5 | 33.8 | 11.7 | — |
| రోజ్ | 93° | 56.1 | 27.8 | 16.1 | — |
| వుడ్ | 71° | 44.6 | 35.5 | 10.2 | 9.7 |
| లైపోవిట్జ్ | 65.7° | 56.0 | 28.9 | 8.7 | 6.4 |
| పోతమిశ్రము | 130° | 33.3 | 33.3 | 33.3 | — |

ఈ రూపాంతరములు కాక అంటిమోనికి ప్రేలుడు అంటిమోని అను ఇంకొక రూపాంతరముకూడ కలదు. ఇది గ్రాఫైటువంటి నల్లటి ద్రవ్యము; గీచిన ప్రేలును. అంటిమోనిక్లోరైడ్ జలద్రావణమును విద్యుద్విశ్లేషణము గావించునపుడు కేతోడ్‌వద్ద ఇది నిక్షిప్తమగును. బిస్మత్తు ఘనస్థితిలో రెండుభిన్న స్ఫటికరూపములు కలది. వీటికిని, ఆర్సెనిక్ అంటిమోనిల ధాతురూపములకును పోలికగలదు.

మూలద్రవ్యోత్పత్తి: వీటి ఆక్సైడ్ ఖనిజములను బొగ్గుతో ఆక్సీహరించినచో మూలద్రవ్యములు లభ్యమగును. ఖనిజములు సల్ఫైడ్ లగునపుడు సల్ఫైడ్‌లను గాలిలో కాల్చి ఆక్సైడ్‌లుగా మార్చుదురు. లేదా సల్ఫైడ్‌నుంచి ప్రత్యేకముగా ఇనుముతో పరివర్తన మొందించుటచేతకూడ మూలద్రవ్యమును పడయవచ్చును:



$$Sb_2S_3 + 3Fe \longrightarrow 2Sb + 3FeS$$

ఆర్సెనిక్ మూలద్రవ్యముయొక్క ముఖ్యోపయోగము తుపాకి రవ్వలను తయారు చేయుట; తుపాకి రవ్వలలో ప్రధానద్రవ్యము సీసము. కొంచెము ఆర్సెనిక్ కలుపుటచే సీసద్రవముయొక్క తలతన్యత హెచ్చి, రవలుగాపోసినపుడు సంపూర్ణ గోళాకృతిగల రవలు లభించును.

అచ్చుఅక్షరములు చేయుటలో అంటిమోని ధాతువుయొక్క ముఖ్యోపయోగము వ్యక్తమగుచున్నది. ముద్రా

శుద్ధస్థితిలో బిస్మత్తు అంటిమోనితోబాటు తెర్మోఎలిమెంటులను తయారుచేయుటలో ఉపయోగ పడుచున్నది.

ఆర్సెనిక్ ముడి ఖనిజములు: ఆర్సెనిక్ - ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్ ($As_2O_3$); రియల్గర్ లేదా మణిశిల ($As_2S_2$); ఆర్పిమెంట్ లేదా హరితాళము ($As_2S_3$); ఆర్సెన్‌కీజ్ (FeSAs); కోబాల్ట్‌గ్లాన్స్ (CoAsS).

అంటిమోని ముడి ఖనిజములు: స్టిబ్నైట్ నలుపు రంగు గల అంటిమోనిసల్ఫైడ్ ($Sb_2S_3$).

బిస్మత్తు ముడిఖనిజములు: బిస్మత్తుగ్లాన్స్ ($Bi_2S_3$); విడిగా ధాతువుగా కూడ దొరకును.

హైడ్రోజన్ యౌగికములు: ఈ మూడు మూలద్రవ్యములు వాయురూపముననున్న హైడ్రోజన్ యౌగికముల నిచ్చును. ఆర్సీన్ ($AsH_3$), స్టిబైన్ ($SbH_3$), బిస్మతైన్ ($BiH_3$). మొదటిరెండును వాటియౌగికముల సంపర్కమున జింకును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో చేర్చినపుడు బయటకు వచ్చు హైడ్రోజన్‌తోకూడ కలిసివచ్చును, హైడ్రోజన్‌కన్న హెచ్చుసుకరముగా ద్రవీభవింపబడుటచే వీటిని వేరు చేయవచ్చును.

| | $AsH_3$ | $SbH_3$ | $BiH_3$ |
|---|---|---|---|
| క్వథనాంకము | − 55°C | − 18°C | ? |
| హిమాంకము | − 119°C | − 88°C | ? |

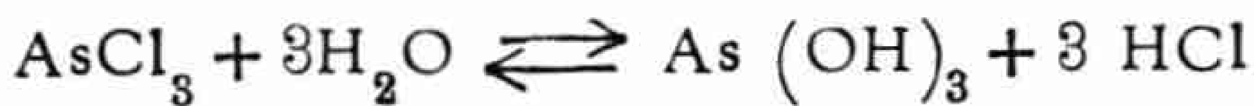
## ఆక్సైడ్‌లు - ఆసిడ్‌లు

| మూలద్రవ్యము | ట్రైఆక్సైడ్ | ఆసిడ్ | పెంటాక్సైడ్ | ఆసిడ్ |
|---|---|---|---|---|
| ఆర్సెనిక్ | $(As_2O_3)_2$ | $(HAsO_2)$ మెటాఆర్సెనీయస్<br>$(H_3AsO_3)$ ఆర్థోఆర్సెనీయస్ | $As_2O_5$ | $(HAsO_3)$ మెటాఆర్సెనిక్<br>$(H_3AsO_4)$ ఆర్థోఆర్సెనిక్<br>$(H_4As_2O_7)$ పైరోఆర్సెనిక్ |
| ఆంటిమోని | $Sb_2O_3$ | $(HSbO_2)$ మెటా ఆంటిమోనియస్<br>$(H_2SbO_3)$ ఆర్థో ఆంటిమోనియస్ | $Sb_2O_5$ ఆంటిమోనేట్‌ల నిచ్చును | $(HSbO_3)$ మెటాఆంటిమోనిక్<br>$(H_3SbO_4)$ ఆర్థోఆంటిమోనిక్<br>$(H_4Sb_2O_7)$ పైరోఆంటిమోనిక్ |
| బిస్మత్తు | $Bi_2O_3$ | | $Bi_2O_5$ ఆసిడ్ ఆక్సైడ్ క్షారములతో బిస్మతేట్ లవణముల నిచ్చును | |

హేలోజన్ యౌగికములు : ఈ మూడు మూలద్రవ్యములును అన్నిరకముల ట్రై హేలైడ్‌లను ఇచ్చును.

వీటి పెంటాహేలైడ్‌లను పాస్ఫరస్ హేలైడ్‌లను తయారుచేసినట్లే తయారుచేయవచ్చును.

ఆర్సెనిక్ ట్రైక్లోరైడ్ ఫాస్ఫరస్‌క్లోరైడ్‌వలె జలవిశ్లేషణమును పొందును.



$$AsCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons As(OH)_3 + 3\,HCl$$

దీనివలన దీని అధాతుగుణము బయటపడినది. ఆంటిమోని, బిస్మత్తు ట్రై క్లోరైడ్‌లు రెండును లవణజాతికి చెందిన యౌగికములు; జలవిశ్లేషణమును కొద్దిగా చెందును.

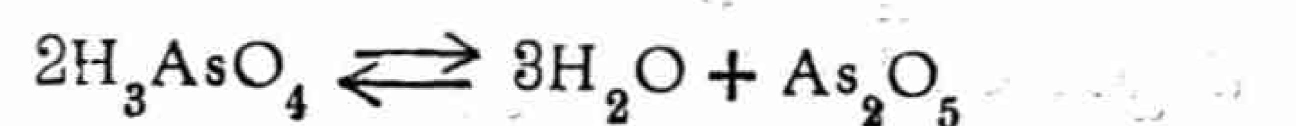
**ఆర్సెనిక్‌ట్రైఆక్సైడ్ :** ఇది గాలిలో ఆర్సెనిక్‌ను కాల్చినపుడు లభ్యమగును. ఇది బాష్పశీలమైన ద్రవ్యము. దీని బాష్పమును శీఘ్రముగా శీతలీకరించినపుడుగాని, లేదా హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణములనుండి స్ఫటికీకరించినపుడుగాని సమాష్టఫలకములుగా స్ఫటికీభవించును. మందక్షారమయమగు ద్రావణములనుండి నిలుకడలేని మోనోక్లినిక్ స్ఫటికములుగా వేరగును. ప్రకృతిలో అష్టఫలకరూపము ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్ అనుపేరను, మోనోక్లినిక్ రూపము క్లాడెలైట్ అనుపేరను దొరకును. 200°C. తాపక్రమమునకు వేడిచేసినపుడు ఈ రెండురూపములను గాజును పోలు అస్ఫాటిక రూపముగా మారును.

నీటిలో ఇది చాలస్వల్పముగా కరుగును. కరగినంత వరకు మెటాఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్ రూపము $(HAsO_2)$ లో నుండును. ఈ ఆసిడ్ ధాతువులతో సరళములు $(MeAsO_2)$, క్లిష్టములు $(MeHAs_2O_4)$ అగు లవణముల నిచ్చును. దీనికి ఉల్లిపాషాణ మని పేరు. ఇది కఠోరమైన విషము. దీనికి రుచి, వాసన లేకపోవుటచే ఇది నోటికి తెలియబడని విషము. ఈ విషమును అతిస్వల్పరాశులలో కూడ గుర్తెరుంగుట చాలఆవశ్యకము. దీనికై మార్ష్ శోధన పనికివచ్చును (చూ. మార్ష్ శోధన).

ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్‌ను బొగ్గుతో ఆక్సీహరించినపుడు ఆర్సెనిక్ మూలద్రవ్యము లభ్యమగును. ఈ ప్రక్రియను శోధననాళములో జరిగించినప్పుడు నాళము యొక్క చల్లటిచోట ఆర్సెనిక్ బాష్పముత్పతించి దర్పణమువలె మెరయు నల్లటిపొరగా ఏర్పడును.

ద్రావణములో ఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్, దాని లవణములు ప్రబల ఆక్సీహరణసాధనములు. అందువల్ల శుద్ధస్థితిలోనున్న ఆర్సీనియస్‌ఆక్సైడ్‌ను అయిడిమాపకమునందు, పెర్మాంగనేట్ మాపకమునందు ప్రాథమికమానముగా ప్రమాణ ద్రావణములను తయారుచేయుటకు వాడవచ్చును (చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము).

**ఆర్సెనిక్‌పెంటాక్సైడ్ $(As_2O_5)$ :** ఆర్సెనీయస్ ట్రైఆక్సైడ్‌ను నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌తో ఆక్సీకరించి ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్‌గా మార్చవచ్చును. దీనిని వేడిచేయుటవలన జలభాగము పోయి ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్ నిలచియుండును.



$$2H_3AsO_4 \rightleftharpoons 3H_2O + As_2O_5$$

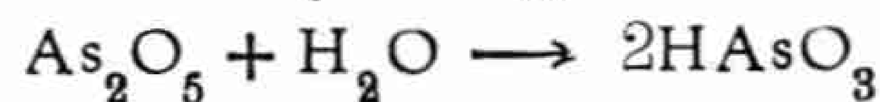
ఈ ప్రక్రియ పూర్ణముగా పరివర్తనీయము. అనగా ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్ నీటిలో విలీనమై మరల ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్‌ను ఇచ్చును. ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్‌ను కాల్చిన ఆక్సిజన్, ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్‌గా విచ్ఛిన్నమగును :



$$As_2O_5 \longrightarrow As_2O_3 + O_2$$

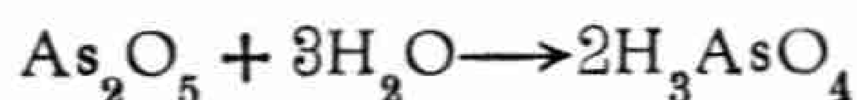
ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ : ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌లను చాల వరకు పోలియుండును.

మెటాఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ ($HAsO_3$)



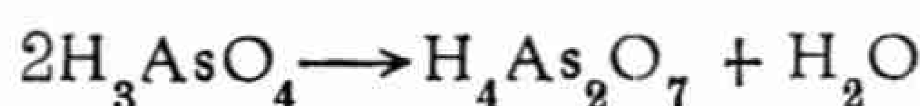
$$As_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HAsO_3$$

ఆర్థోఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ ($H_3AsO_4$)



$$As_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3AsO_4$$

ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌వలె నిది 140°C కు వేడిచేసిన పైరోఆర్సెనిక్ ఆసిడ్‌గా మారును :



$$2H_3AsO_4 \longrightarrow H_4As_2O_7 + H_2O$$

ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ఆక్సీకరణసాధనము కాదు కాని ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్ బలమైన ఆక్సీకరణద్రవ్యము. సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గా ఆక్సీకరించును.

అందువలన కార్బన్ యౌగికసాధనలలో కొన్ని చోట్ల ఆర్సెనిక్ ఆసిడ్‌ను ఆక్సీకరణసాధనముగా ఉపయోగింతురు.

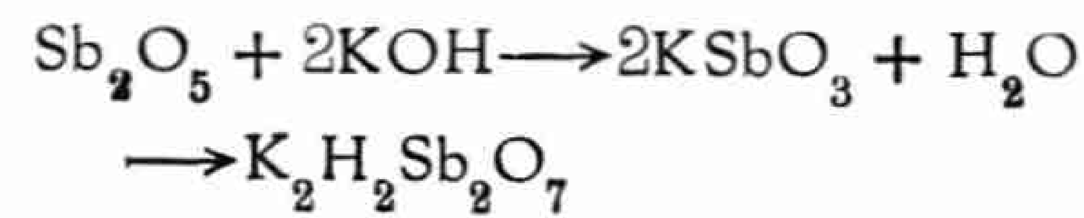
ఆంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ ($Sb_2O_3$): ఆంటిమోనిమూలద్రవ్యమును గాలిలో కాల్చిన లభించును. ఇంకను గాలిలో వేడిచేయుటవలన ట్రైఆక్సైడ్ టెట్రాక్సైడ్‌గా మారును. $2Sb_2O_3 + O_2 \rightleftharpoons 2Sb_2O_4$

ఆంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలోగాని, విలీన నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లలోగాని కరుగదు. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, టార్టారిక్ఆసిడ్‌లలోను, క్షారద్రావణములలోను సులభముగా కరుగును.

ఆంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ క్షారములతో బలహీనమగు ఆసిడ్ ఆక్సైడ్‌వలె ఆచరించియు బలమైన ఆసిడ్‌లతో లవణాధారము వలె ఆచరించియు లవణములను ఇచ్చును.

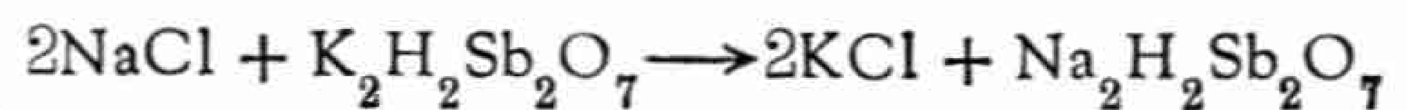
ఆంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ లవణములలో పొటాసియమ్ ఆంటిమోనిక్ టార్ట్రేట్ లేదా టార్టార్ ఎమిటిక్ అనునది చాలముఖ్యము. పొటాసియమ్ ఆసిడ్ టార్ట్రేట్ ద్రావణములో ఆంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్ కరగినప్పుడు ఈ లవణము లభ్యమగును. ఇది చాల ప్రాచీనకాలమునుండి వాంతిని కలుగజేయు ఔషధముగా వాడుకలోనున్నది.

ఆంటిమోని పెంటాక్సైడ్ : ఆంటిమోని ప్రత్యక్షముగా ఆక్సిజన్‌తో పెంటాక్సైడ్‌దశ వరకు సంయోగించదు. ఆంటిమోని ట్రైఆక్సైడ్‌ను నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌తో ఆక్సీకరించినప్పుడు ఆంటిమోనిపెంటాక్సైడ్ చిన్న పసుపురంగుగల చూర్ణముగా లభ్యమగును; ఇది నీటిలో కరుగదు. దీనిని ఆల్కలి ధాతులవణములుగా మార్చవలెననిన చో క్షారముతో కలిపి వేడిచేసి కరగించవలెను ;



$$Sb_2O_5 + 2KOH \longrightarrow 2KSbO_3 + H_2O$$
$$\longrightarrow K_2H_2Sb_2O_7$$

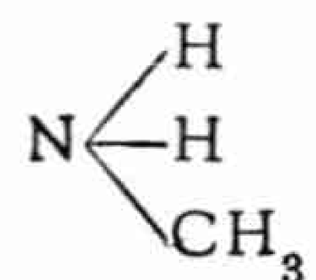
ఈ లవణము వేడినీటిలో కొంత కరుగును. దీనికి 'పొటాసియమ్ ఆసిడ్ పైరో ఆంటిమోనేట్' అనిపేరు. ద్రావణములోనున్న సోడియమ్‌అయన్‌ను గుర్తించుటకు ఈ ద్రావణము విలక్షణమైన సాధనము. సోడియమ్ పైరోఆంటిమోనేట్ ($Na_4H_2Sb_2O_7$, $6H_2O$) అవక్షేపముగా లభించును.



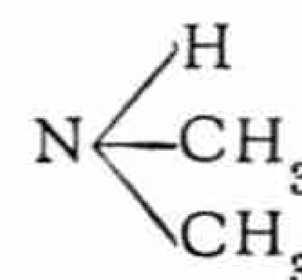
$$2NaCl + K_2H_2Sb_2O_7 \longrightarrow 2KCl + Na_2H_2Sb_2O_7$$

ఆంటిమోనిక్ ఆసిడ్ ప్రత్యేకవిరచన సాధ్యముకాలేదు (చూ. బిస్మత్తు.) మే. వ. న.

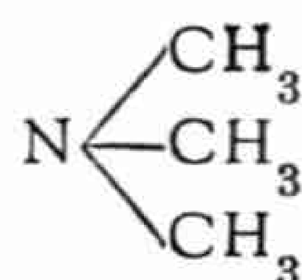
**ఆలిఫాటిక్ ఎమీన్‌లు**: అమోనియాలోని హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒకటిగాని, రెండుగాని, మూడుగాని ఆల్కిల్ గణములచే తొలగించిన లభ్యమగు యౌగికములకు ఎమీన్‌లని పేరు.



మెతిల్ ఎమీన్ 1



డై-మెతిల్ ఎమీన్ 2

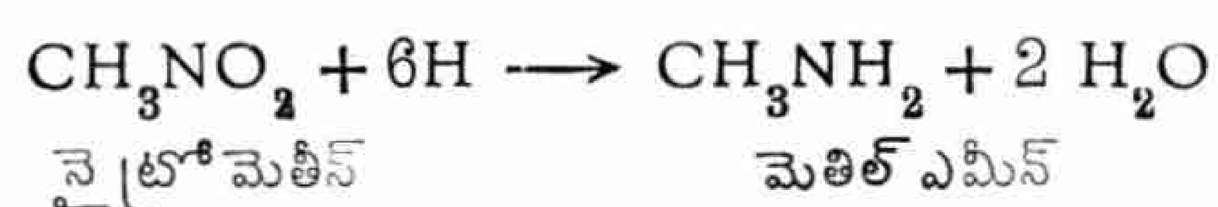


ట్రైమెతిల్ ఎమీన్ 3

ఈ మూడు రకములకు వరుసగా ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ ఎమీన్‌లనికూడ పేర్లు గలవు. ప్రోటీన్‌ల జలవిశ్లేషణమువలన ఏర్పడు ఎమీనో ఆసిడ్‌ల క్షయీకరణము (సంకీర్ణ యౌగికము, సరళయౌగికములుగా విడిపోవుట) వలన లభ్యములగు ఎమీన్‌లు శారీరకశాస్త్రదృష్టిలో చాల ప్రధానములైన యౌగికములు.

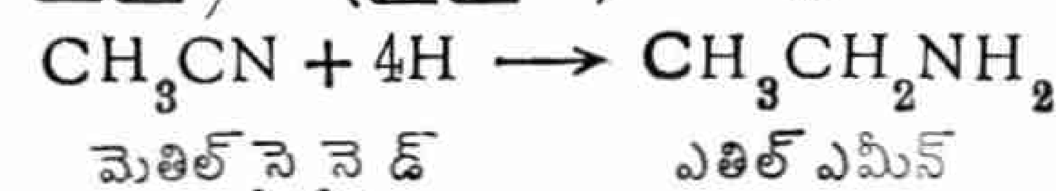
ఈ ఎమీన్‌లలో కొన్ని శారీరకప్రక్రియలను నెలకొల్పుటయందును, నియంత్రించుటయందును హార్మోన్‌లను పేర పాల్గొనుచున్నవి.

రచనా విధానములు : ప్రైమరీ ఎమీన్‌లు, 1. నైట్రో యౌగికముల ఆక్సీహరణమువలన :



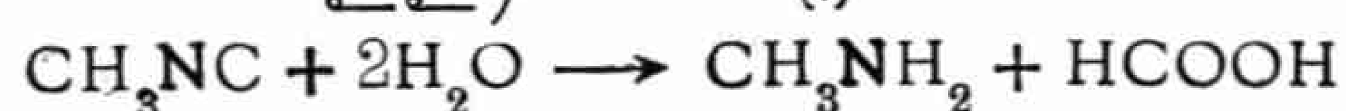
$$CH_3NO_2 + 6H \longrightarrow CH_3NH_2 + 2\,H_2O$$


2. నైట్రైల్ (సైనైడ్)ల ఆక్సీహరణమువలన :



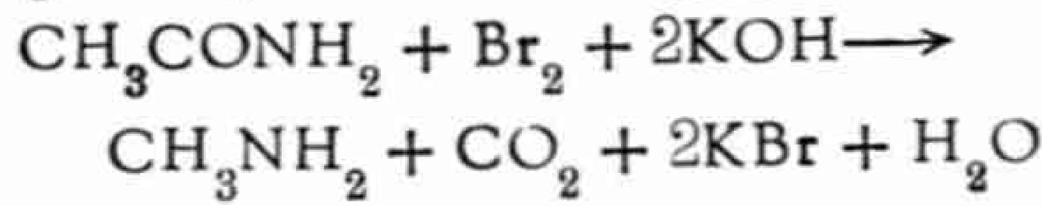
$$CH_3CN + 4H \longrightarrow CH_3CH_2NH_2$$


3. ఐసోనైట్రైల్‌ల జలవిశ్లేషణమువలన :



$$CH_3NC + 2H_2O \longrightarrow CH_3NH_2 + HCOOH$$

4. ఆసిడ్ ఎమైడ్‌లపై బ్రోమీన్, ఆల్కహాలిక్ పొటాష్ చర్యవలన (దీనికి హాఫ్‌మన్ ప్రక్రియ అని పేరు) :



$$CH_3CONH_2 + Br_2 + 2KOH \longrightarrow CH_3NH_2 + CO_2 + 2KBr + H_2O$$

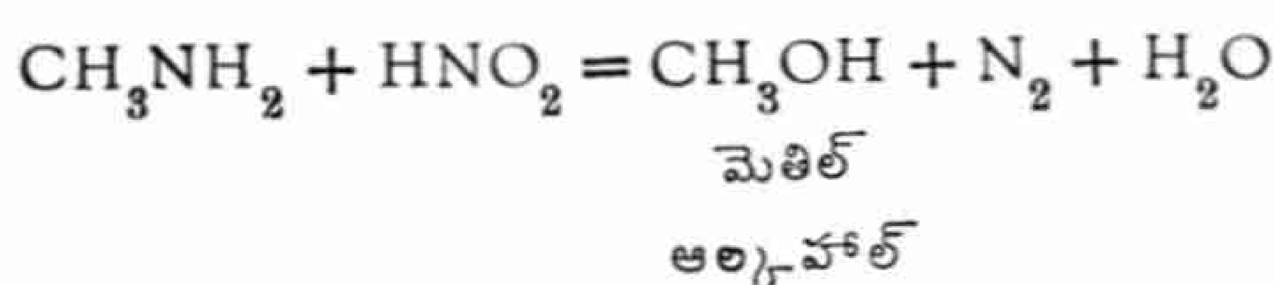
సెంకడరీ, టెర్షియరీ ఎమీన్‌లను, ప్రైమరీ ఎమీన్‌ల నుండి నియంత్రిత ఆల్కలీకరణముచే తయారు చేయ వచ్చును.

హోమోలగీయ శ్రేణిలో మొదటివి అమోనియా వాసన గలవి; ఇవి నీటిలో కరుగువాయువులు. అమోనియాకన్న ఎక్కువ క్షారగుణము గలవి. కాని కార్బన్ యౌగికములగుటచే వీటికి అమోనియాకు లేని మందెడిస్వభావమున్నది. మధ్యమ, అంతిమ ఎమీన్‌లు ద్రవస్థితిలోను, ఘనస్థితిలోను లభించును. ఇవి అమోనియా కన్న బలహీనములైన క్షారములు; నీటిలో కొద్దిగా కరుగును. ఎమీన్‌లన్నియును అమోనియావలె అకర్బనామ్లములతో సంయోగించి లవణములు ఏర్పడుటయే కాక బంగారము, ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్‌లతో ద్విలవణములనుకూడ ఇచ్చును. ఈ ద్విలవణములు నీటిలో అద్రావ్యములగుటచే అవి ఎమీన్‌లను వేరు చేయుటకు, వాటి రాశి నిర్ణయమునకు చాలఉపయోగించును.

ప్రైమరీ ఎమీన్‌లు ఆల్కహాలిక్ పొటాష్, క్లోరోఫార్మ్ మిశ్రముతో ప్రతికరించి దుర్భరమైనవాసనగల కార్బైల్ ఎమీన్‌లు (ఐసోసైనైడ్‌లు) అను పేరుగల యౌగికములను ఇచ్చును. ఇవి చాలవిషగుణము కలవి. సెకండరీ, టెర్షియరీ ఎమీన్‌లు కార్బైల్ ఎమీన్‌లను ఇవ్వవు.

ఎమీనో గణములోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను మెథిల్, ఎథిల్ వంటి ఆల్కిల్ గణములచేతను, ఆసిటైల్ ($CH_3CO$), బెంజోయిల్ ($C_6H_5CO$) గణములవంటి ఆమ్లగణములచేతను తొలగించ వచ్చును. ఈ ప్రక్రియ ప్రైమరీ, సెకండరీ ఎమీన్‌లతో జరుగును.

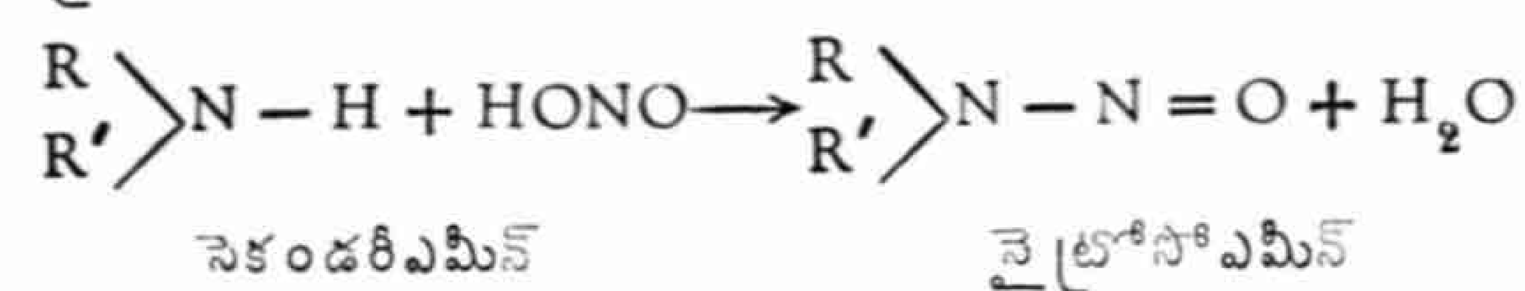
ప్రైమరీఎమీన్‌లు నైట్రస్ఆసిడ్‌తో ప్రతికరించి ఆల్కహాల్‌ల నిచ్చును:



$$CH_3NH_2 + HNO_2 = CH_3OH + N_2 + H_2O$$

మెథిల్ ఆల్కహాల్

సెకండరీఎమీన్‌లు నైట్రస్ఆసిడ్‌తో నైట్రోసోఎమీన్ లను ఇచ్చును. ఇవి పసుపుపచ్చరంగుగల తైలమువంటి ద్రవములు :



$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!\Big\rangle N - H + HONO \longrightarrow \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!\Big\rangle N - N = O + H_2O$$

సెకండరీఎమీన్ నైట్రోసోఎమీన్

నైట్రోసోఎమీన్‌ను ఫినోల్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో వేడిచేసిన ద్రావణమునకు నీటిని కలిపి కాస్టిక్ సోడాతో క్షారవంతముగా చేసినచో నీలి లేదా ఊదా రంగుగల ద్రవ్యము లభించును (లీబర్‌మాన్ ప్రతిక్రియ).

టెర్షియరీ ఎమీన్‌లపై నైట్రస్‌ఆసిడ్‌కు చర్యలేదు. ఈ మూడురకముల ఎమీన్‌లపై నైట్రస్ఆసిడ్‌నకుగల చర్యలోని భేదము ఉపయోగించి వీటిని విడదీయవచ్చును. కాని ఈ పృథక్కరణవిధానములో ప్రైమరీఎమీన్ ఆల్కహాల్‌గా మారి లోపించును. కె. ఎన్.

**ఆల్కలాయిడ్‌లు :** ఇవి వృక్షలభ్యములగు క్లిష్ట రచనగల కార్బన్, నైట్రోజన్ యౌగికములు; సాధారణముగ క్షారగుణము కలిగియుండుటవలన వీటికి 'ఆల్కలాయిడ్'లని (క్షారకములని) పేరు. పొగాకునుండి నికొటిన్, కోకోచెట్టునుండి కోకీన్, ($C_{17}H_{21}NO_4$) నల్లమందునుండి మార్ఫీన్, ముషిణిపిక్కలనుండి స్ట్రిక్నీన్ ($C_{21}H_{22}N_2O_2$) కొన్ని దృష్టాంతములు. వీటన్నిటికిని మానవశరీరముపై విశేషమగు ఔషధ ప్రభావము కలదు. మోతాదెక్కువైన ప్రాణాపాయమును తేగలవు. నేటికి ఈ విధమగు యౌగికములు ఒక వేయివరకు వేరుచేయబడినవి. ఇవి 97 వృక్షకుటుంబములనుండి సంగ్రహించ బడినవి.

బీజవహములగు వృక్షములందవి ముఖ్యముగా ద్విదళ వృక్షములందు తరుచుగా తారసిల్లును. బీజవహములు కాని చెట్లయందు వీటి సంభవము చాల అరుదు. ఇవి చెట్టు యొక్క అన్ని భాగముల యందును దొరకును. ఒక జాతిలో అవయవములన్నిట ఆల్కలాయిడ్‌లు ఉండునని నియమములేదు. దృష్టాంతమునకు పొగాకు, నల్లమందు విత్తులందు ఆల్కలాయిడ్‌లు లేవు.

ఆల్కలాయిడ్‌లు వృక్ష జీవితమునకు ఎట్లుపయోగించునో ఇంతవరకు తెలియదు. ఆల్కలాయిడ్‌లు వృక్షశరీరమందు ఎమీనోఆసిడ్ పచనక్రియ అంతిమఫలములని విశ్వసించబడుచున్నది.

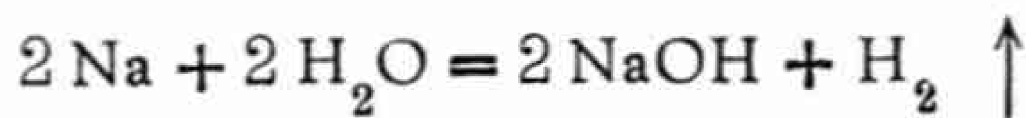
వృక్షములనుండి వేరుచేయబడినపుడు ఇవి సాధారణముగ స్ఫటికస్థితిలో ఉన్న ఘనద్రవ్యములుగ లభ్యమగును. కొన్ని ద్రవములుకూడ కలవు (పొగాకులోనిది నికొటిన్). ఇవన్నియు వాటి క్షారగుణము మూలమున ఖనిజామ్లములతో లవణములను ఇచ్చును. ఈ స్థితిలోనే ఇవి ప్రభవస్థానముల నుండి వేరుచేయబడును. ఆల్కలాయిడ్‌ల రచనానుశీలన కార్బన్‌యౌగికశాస్త్రమందొక మహత్తర ఘట్టము. నైట్రోజన్ ఘటకముగాగల వలయ కార్బన్ యౌగిక నిర్మాణములన్నియు (సంతృప్తములు, అసంతృప్తములు) ఆల్కలాయిడ్‌ల రచనయందు తారసిల్లును.

నికొటిన్ ($C_{10}H_{14}N_2$) యొక్క సరళరచననుండి బహు వలయ నిర్మాణములగు అతిక్లిష్టరచనగల స్ట్రికినీన్, మార్ఫీన్ ($C_{17}H_{19}NO_3 . H_2O$) వరకు ఆల్కలాయిడ్ల రచన విస్తృతమైయున్నది.

ఆల్కలాయిడ్లను చూర్ణీకృత వృక్షావయవముల నుండి నీటితోగాని, ఆల్కహాల్‌తోగాని లేదా విలీనామ్లములతోగాని సారముగ గ్రహించుటవలన వేరుచేయ వచ్చును. లేదా వృక్షద్రవ్యమునకు క్షారము కలిపి కార్బన్ యౌగికద్రావణములతో కల్కము గావించి వేరు చేయవచ్చును.

**ఉపయోగములు :** వైద్యచికిత్స వీటి విశిష్ట గుణములను ఉపయోగించుకొనును. మార్ఫీన్ వంటివి బాధాశామకములు; స్ట్రికినాస్ జాతి చెట్లనుండి లభించు **క్యురారి** అను ఆల్కలాయిడ్ ఐచ్ఛిక కండరవ్యవస్థను స్తంభింపజేయును. ఎర్గాట్ ప్రసవసమయమున గర్భాశయమును సంకోచింపజేయును. బెలడోనా శరీర గ్రంథులందలి స్రావోద్గమమును నియమించును. క్వినీన్ మలేరియా నివారకము. మే.వ.న.

**ఆల్కలి ధాతువులు:** లితియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్ అను ఐదింటికి క్షారధాతువులని పేరు. వీటిఆక్సైడ్లు నీటిలో కరిగినపుడు ప్రబలమైన క్షారద్రావణములు ఏర్పడుటచే వీటికి ఈ పేరు వచ్చినది. ఈధాతువులన్నియు ధాతుసహజకాంతిని కలిగియుండును; సాధారణ తాపక్రమములలో మెత్తగా కత్తితో కోయుటకు వీలుగానుండును. ఇవి సులభముగా ద్రవీభవించుటకు, బాష్పీకరించుటకు వీలుగానున్న ధాతువులు; గాలిలో వాటంతటవే ప్రజ్వరిల్లి ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించును. అందువలన వీటిని రాతినూనెలో ఉంచి ఆక్సిజన్ సంపర్కము లేకుండ చేయవలెను. అన్నియు నీటిని విశ్లేషించి దాని ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి క్షారములుఏర్పడి హైడ్రోజన్‌ను విడుదల చేయును.



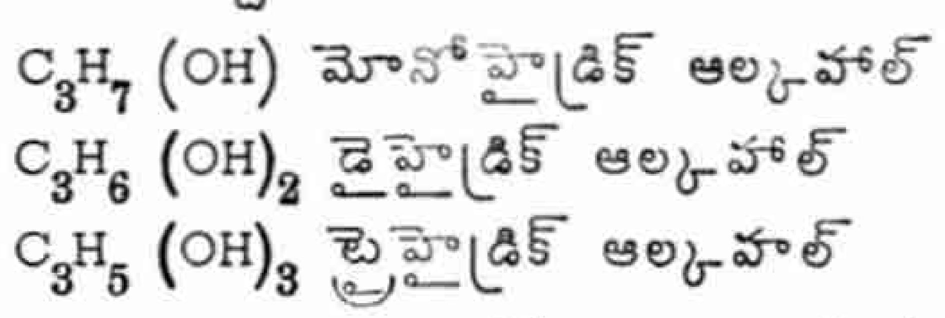
$$2\,Na + 2\,H_2O = 2\,NaOH + H_2 \uparrow$$

పొటాసియమ్, రుబిడియమ్, సీజియమ్ నీటితో ప్రతికరించుటలో విడుదలైన వేడి హైడ్రోజన్ మండుటకు చాలినంత యుండును.

వీటి విశేషరాసాయనిక ప్రవృత్తివలన ఇవి విడిగా ధాతురూపమున ప్రకృతిలో దొరకవు. సముద్రపునీరు, నీటిబుగ్గలు, వృక్షములబూడిద వీటియందు లితియమ్ పొటాసియమ్, సోడియమ్ యౌగికములు మెండుగా ఉండును. సీజియమ్, రుబిడియమ్ లవణములు కలసి ఖనిజములందు, ఉప్పుదిబ్బలందు, వృక్షభస్మములయందు దొరకును. సోడియమ్, పొటాసియమ్ లవణములు భౌమ్య వృక్షములందును, సోడియమ్‌లవణములు సముద్రవృక్షములందును ముఖ్యముగా ఉండును. ఈ ఐదు ధాతువులును ఆవర్తక్రమమందు Ia వర్గముగా అమరియున్నవి. వీటి యోజనీయత ఒకటి. శూన్యవర్గము (0 కూటమి) విడిచి మరియే ఇతరవర్గమునందును, వర్గ ఘటకములందలి సాదృశ్యము వీటియందగపడునంత గోచరించదు. ఐదింటిమధ్యను సాదృశ్యము హెచ్చుగానున్నను, వీటి రాసాయనికధర్మములనుపట్టి ఈఐదుధాతువులను మరల రెండుభాగములుగా విభజించవచ్చును. అందు మొదటివర్గములో లితియమ్-సోడియమ్, రెండవదానిలో పొటాసియమ్ - రుబిడియమ్-సీజియమ్‌లు ఇమిడియుండును.

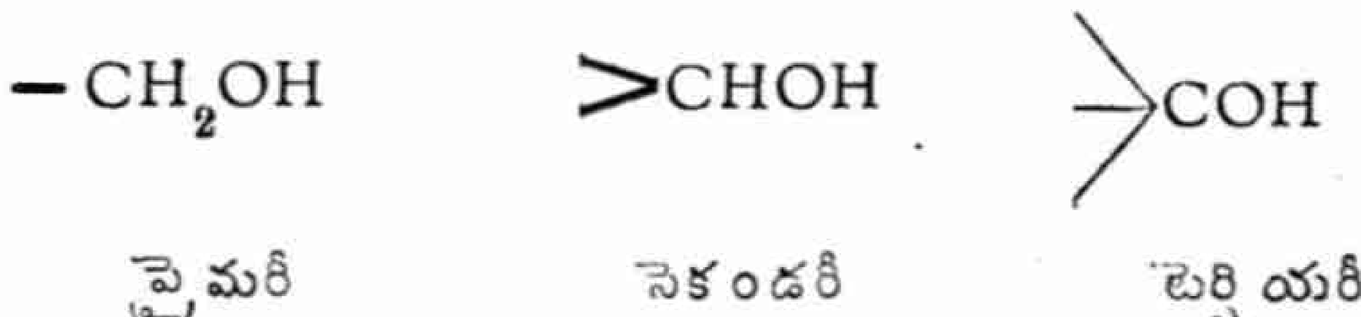
క్షారధాతువులలో సోడియమ్, పొటాసియమ్ విరివిగా యౌగికరూపమున భూపృష్ఠమున లభించుచున్నను మిగిలినవి మాత్రము అరుదుగనే కన్పట్టును (చూ : పొటాసియమ్ ; లితియమ్ ; సోడియమ్). టి. వి. బి. రావు.

**ఆల్కహాల్‌లు (మద్యసారములు):** పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్ యొక్క అణురచనలో, ఒకటిగాని ఎక్కువగాని, హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములలో హైడ్రాక్సిల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చినపుడు ఆ యౌగికములకు ఆల్కహాల్‌లని పేరు. ప్రవేశించిన హైడ్రాక్సిల్ గణముల సంఖ్యనుపట్టి ఆల్కహాల్‌లను మోనోహైడ్రిక్, డైహైడ్రిక్, ట్రైహైడ్రిక్ మొదలగు తరగతులలోనికి విభజించ వచ్చును :



$C_3H_7\,(OH)$ మోనోహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్
$C_3H_6\,(OH)_2$ డైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్
$C_3H_5\,(OH)_3$ ట్రైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్

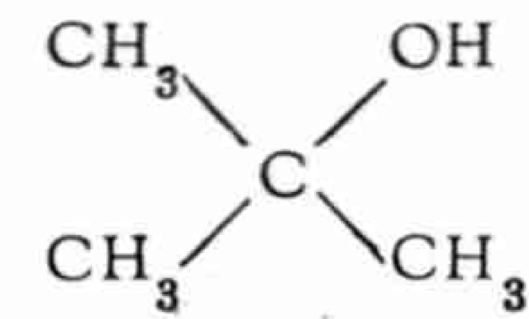
ఇదికాక హైడ్రాక్సిల్ గణముతో చేరియున్న కార్బన్ పరమాణువుతో బద్ధమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్యను పట్టికూడ ఆల్కహాల్‌లు ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ తరగతులుగా విభజించబడును :




ఉదా : బ్యూటేన్‌నుండి వ్యుత్పన్నమయిన ఆల్కహాల్‌లను

$CH_3.CH_2.CH_2.CH_2OH$ — ప్రైమరీబ్యూటైల్ ఆల్కహాల్

$CH_3.CHOH.CH_2.CH_3$ — సెకండరీ బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్



టెర్షియరీబ్యూటైల్ ఆల్కహాల్

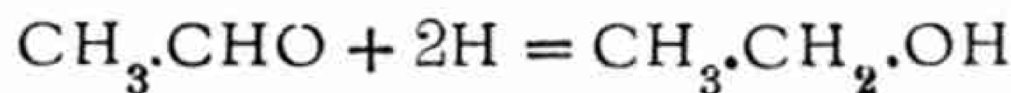
అను **మూడు** రకములుగా తయారు చేయవచ్చును:

రచనావిధానములు: 1. పారఫిన్ లేదా ఆల్కిల్ హేలైడ్‌ల జలవిశ్లేషణము:



$$C_2H_5Br + KOH = C_2H_5OH + KBr$$

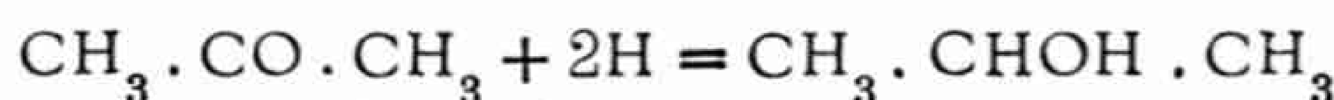
2. సోడియమ్ రసమిశ్రముతో ఆల్డిహైడ్‌ల, కీటోన్‌ల ఆక్సీహరణము. ఆల్డిహైడ్‌లు ప్రైమరీ ఆల్కహాల్‌లను ఇచ్చును:



$$CH_3.CHO + 2H = CH_3.CH_2.OH$$

ఆసిటాల్డిహైడ్ ఎతిల్ ఆల్కహాల్

కీటోన్‌ల సెకండరీ ఆల్కహాల్‌ల నిచ్చును.



$$CH_3 . CO . CH_3 + 2H = CH_3 . CHOH . CH_3$$

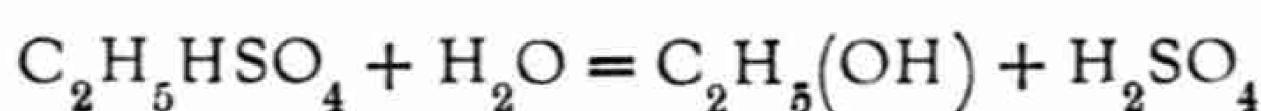
ఆసిటోన్ లేదా డై మెతిల్ కీటోన్ ఐసోప్రోపిల్ ఆల్కహాల్

3. ఓలిఫైన్‌లను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో విలీనము చేసి దానివలన లభ్యమైన ఆల్కిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్‌ను జలవిశ్లేషణము కావించుటవలన:



$$C_2H_4 + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4$$

ఎతిలీన్

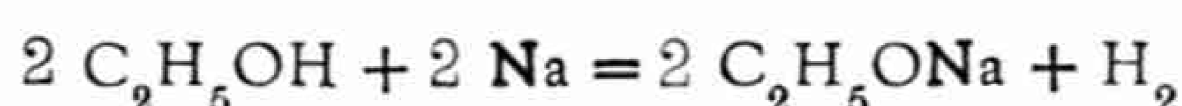


$$C_2H_5HSO_4 + H_2O = C_2H_5(OH) + H_2SO_4$$

ఇది ఎతిల్ ఆల్కహాల్‌ను తయారు చేయుటకు పారిశ్రామికముగా వాడుకలోనున్న విధానము.

**గుణములు:** ఆల్కహాల్‌ల శ్రేణిలో మీది యౌగికములు విశిష్టమైన వాసనలుగల ద్రవములు. వీటి తరువాతవి వాసనలేని ఘనద్రవ్యములు. ఈ యౌగికముల క్వథనాంకములు వాటి అణుభారముతో ఎక్కువగుచుండును. చాల కార్బన్, అకర్బన ద్రవ్యములు ఆల్కహాల్‌లలో కరుగును.

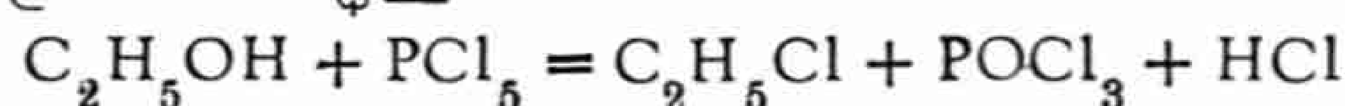
రాసాయనిక ధర్మములు: సోడియమ్ ధాతువు ఆల్కహాల్ అణువునుండి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును వెడలించును.



$$2\ C_2H_5OH + 2\ Na = 2\ C_2H_5ONa + H_2$$

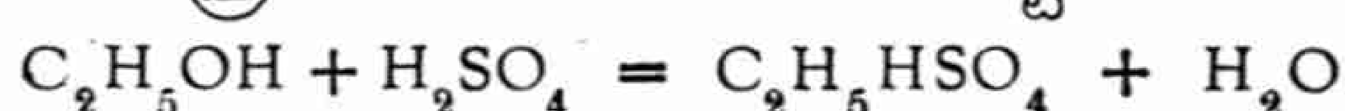
ఎతిల్ ఆల్కహాల్ సోడియమ్ ఎతిలేట్

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ ఆల్కహాల్‌ను 'ఆల్కిల్ క్లోరైడ్'గా మార్చును. ఇది ఆల్కిల్ హేలైడ్‌లనుండి జలవిశ్లేషణము వలన ఆల్కహాల్‌లను తయారుచేయు ప్రక్రియకు విరుద్ధమైనది.



$$C_2H_5OH + PCl_5 = C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో 80°C వద్ద క్షారములవలె ఆల్కహాల్‌లు లవణములుగా ఏర్పడును. కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రములో ఈ లవణములకు 'ఎస్టర్'లని పేరు.



$$C_2H_5OH + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4 + H_2O$$

ఎతిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్

తాపక్రమము 80°C - 150°C మధ్యనున్నప్పుడు ఎతిల్ ఆల్కహాల్ ఈతర్‌గా మారును:



$$2C_2H_5OH = C_2H_5 - O - C_2H_5 + H_2O$$

తాపక్రమము 150°C కన్న ఎక్కువగా నున్నపుడు అది అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్‌గా మారును:



$$C_2H_5OH = CH_2{:}CH_2 + H_2O$$

ఎతిలీన్

ఆక్సీకరణ ఫలముగా ప్రైమరీ ఆల్కహాల్ ఆల్డిహైడ్‌గను, సెకండరీ ఆల్కహాల్ కీటోన్‌గను మారును.



$$CH_3.\ C(H_2)OH + O \longrightarrow CH_3.\ CHO + H_2O$$

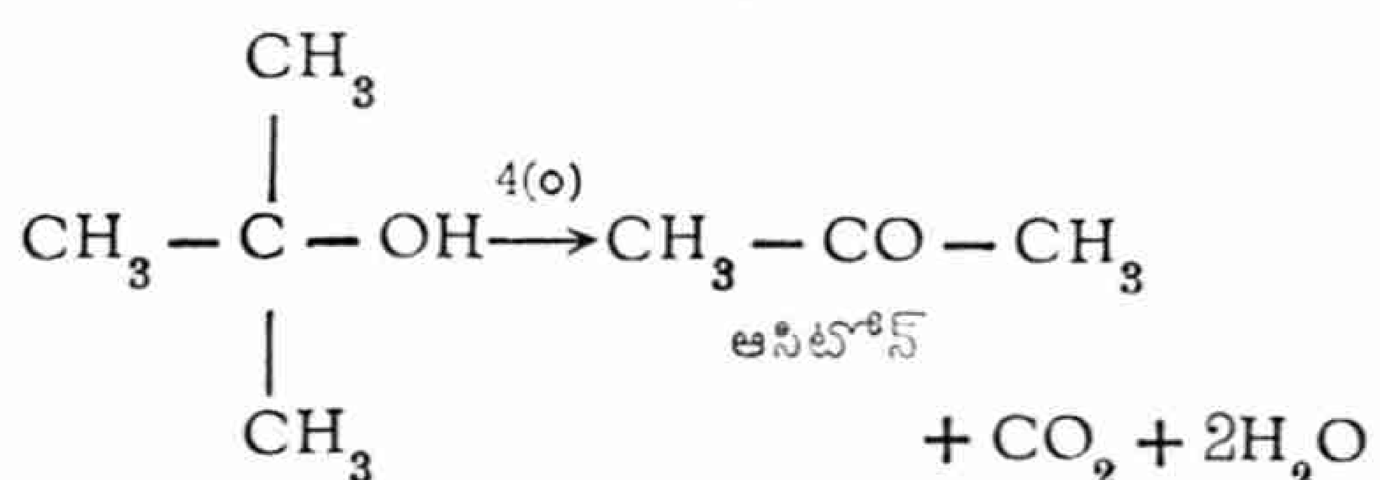
ఎతిల్ ఆల్కహాల్ ఆసిటాల్డిహైడ్



$$CH_3.\ CHOH.CH_3 + O \longrightarrow CH_3.CO.CH_3 + H_2O$$

ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ ఆసిటోన్ (కీటోన్)

ఆక్సీకరణము కావించినపుడు టెర్షియరీ ఆల్కహాల్ మొదట తక్కువ కార్బన్ పరమాణువులుగల కీటోన్‌లుగా మారి తరువాత ఆమ్లములక్రింద విడిపోవును:

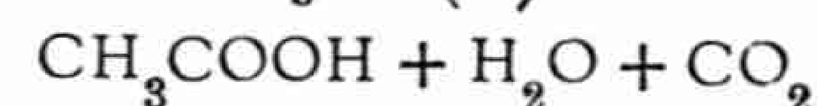


$$CH_3 - \underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}} - OH \xrightarrow{4(O)} CH_3 - CO - CH_3 + CO_2 + 2H_2O$$

ఆసిటోన్

టెర్షియరీబూటైల్ ఆల్కహాల్





$$CH_3 - CO - CH_3 + 4(O) = CH_3COOH + H_2O + CO_2$$

ఆసిటిక్ ఆసిడ్

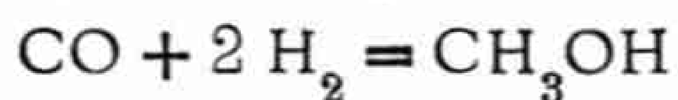
ఆల్కహాల్‌ల శ్రేణి: $CH_3OH$ మెతిల్ ఆల్కహాల్
$C_2H_5OH$ ఎతిల్ ఆల్కహాల్
$C_3H_7OH$ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్
$C_4H_9OH$ బూటైల్ ఆల్కహాల్
$C_5H_{11}OH$ అమిల్ ఆల్కహాల్

మెతిల్ ఆల్కహాల్: దీనికే దారుమద్యసారము అని పేరు. ముఫ్ఫై, నలభై ఏండ్ల క్రిందటివరకు దీనిని కర్రముక్కలనుండి, విఘటనాత్మక స్వేదనవిధానమున తయారుచేయుచుండెడివారు. ఈ ప్రక్రియలో మూడు ద్రవ్యములు లభించును. రిటార్ట్‌లో మిగులు కర్రబొగ్గు, టాంకులలో సంగ్రహించబడు వాయువు, ఆ వాయువును కడుగుటకు రిటార్ట్‌నకు, టాంకునకు మధ్యనుంచిన జలములో పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్. ఈ పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్ మెతిల్ ఆల్కహాల్, ఆసిటోన్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్ మిశ్రము. కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌తో ఈ మిశ్రమమును కలుపుట

వలన ఆమ్లము కాల్సియమ్‌ఆసిటేట్‌గా మారి దానిని స్వేదించినపుడు, మెతిల్ ఆల్కహాల్ అసిటోన్ మిశ్రము లభించును. ఈ మిశ్రమునకు గాఢ కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్ ద్రావణము కలిపినపుడు మెతిల్ ఆల్కహాల్ కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ యౌగికము స్ఫటికములుగా వేరగును. వాటిని విడిదీసి నీటితో స్వేదించినచో మెతిల్‌ఆల్కహాల్ వచ్చును. స్ఫటికములు వేరుచేయగా మిగిలినద్రవ్యమును స్వేదించుట వలన అసిటోన్ లభ్యమగును ; ఇది ప్రాచీనపద్ధతి.

ఈ పద్ధతిలో చెట్లనుండి లభ్యమైన కర్ర ముడిసరకుగా నుపయోగించుచున్నది. అందువలన ఈపద్ధతిని అవలంబించిన దేశములలో కర్రకై అడవులను ఛేదించవలసి వచ్చినది. అడవులు ఆకాశమునుండి భూమిపైకి వర్షమును ఆకర్షించును. వృక్షనాశనమువలన వర్షలోపము సంభవించును. అందుచే నేడు ఈ దారుపద్ధతిని అనేక దేశములు పరిత్యజించవలసివచ్చినది.

జింకుఆక్సైడ్, క్రోమిక్‌ఆక్సైడ్‌ల సంపర్కమున కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రమును 200 వాతావరణముల ప్రేషములో 350°C వద్ద వేడిచేసినప్పుడు కూడ మెతిల్‌ఆల్కహాల్ ఏర్పడును :



$$CO + 2H_2 = CH_3OH$$

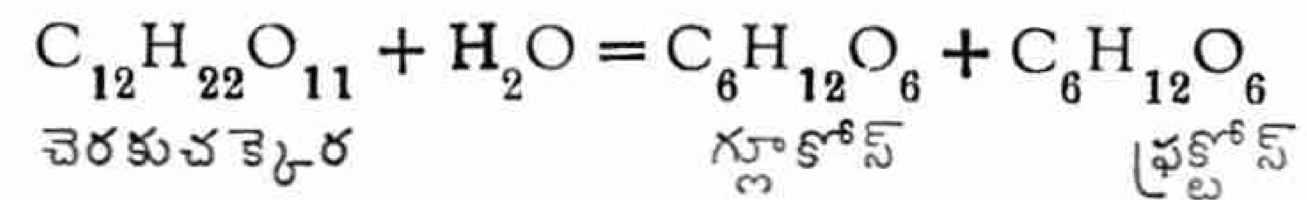
ఈ ప్రక్రియలో ధాతుఆక్సైడ్‌ల, ప్రేరకద్రవ్యములుగా ఆచరించును ; ఇదియే నేటి పారిశ్రామికపద్ధతి.

దీనికి కావల్సినముడిసరకులగు, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ వాయువులు అడవికర్రకన్న చౌకగా లభించెడు నేలబొగ్గు, నీటిఆవిరి - ఈ రెండింటివలన సంపాద్యములగుటచే ఈ పద్ధతి ప్రచురముగా వాడుకలోనికి వచ్చినది.

ఉపయోగములు : పరిశ్రమలలో విశేషముగా ద్రావముగాను, మెతిలేటెడ్‌స్పిరిట్ తయారుచేయుటకు, ఫార్మాల్డిహైడ్‌గా ఆక్సీకరించుటకు, రంగులపరిశ్రమలలో, వర్ణద్రవ్యములలో మెతిల్ ($CH_3$) గణమును ప్రవేశపెట్టుటకు ఎక్కువగా వాడుచున్నారు ; ఇది విషము.

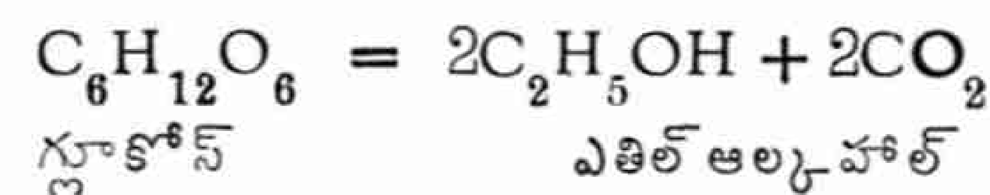
ఎతిల్‌ఆల్కహాల్ : సామాన్యముగా ఆల్కహాల్ అనగా ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అనియే అర్థము. విస్కీ, బ్రాందీ, షాంపేన్ మొదలగు మద్యపానీయములలో నిషాను కలుగజేయు ద్రవ్యమిదియే. మెతిల్‌ఆల్కహాల్‌వలెగాక ఇది సులభముగా నీటిలోకరుగును. మద్యమును తయారుచేయు ప్రక్రియలతో మానవునికి ప్రాచీనకాలమునుండి పరిచయము కలదు.

ఆల్కహాల్: పారిశ్రామిక విధానమునందుచక్కెర, పిండిపదార్థములు, ద్రావణస్థితిలో ఈస్టు అను ఎన్‌జైమ్‌సమక్షములో ఆల్కహాల్‌గా మారును. చక్కెర, లేదా చక్కెర గల ఇప్పపువ్వు, చాలనీటితో చేర్చి ఈస్టును (కల్లుమడ్డిని) కలిపి పెద్దబానలలో 30° C. తాపక్రమము వద్ద రెండు రోజులు ఉంచెదరు. ఈ కాలములో ఈస్టు అను ఎన్‌జైమ్ ద్రవ్యముయొక్క ప్రేరకప్రభావమున చెరకు, చక్కెర లేదా ఇప్పపువ్వుసారములో చక్కెర మొదట గ్లూకోస్ ఫ్రక్టోస్‌లుగా మారి, ఆ గ్లూకోస్ (ఫ్రక్టోస్) మరల ఆ ఎన్‌జైమ్ ప్రభావమువలననే ఆల్కహాల్‌గా మారును. ఈ పులియబెట్టు ప్రక్రియకు కిణ్వప్రక్రియ (చూ. కిణ్వప్రక్రియ) అని పేరు.



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

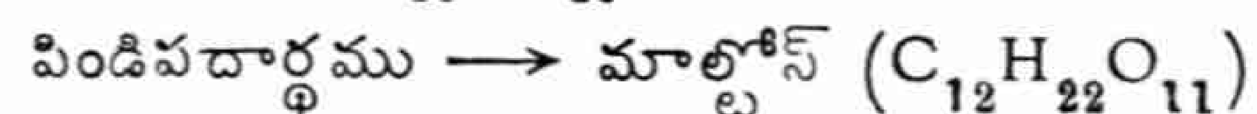




$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

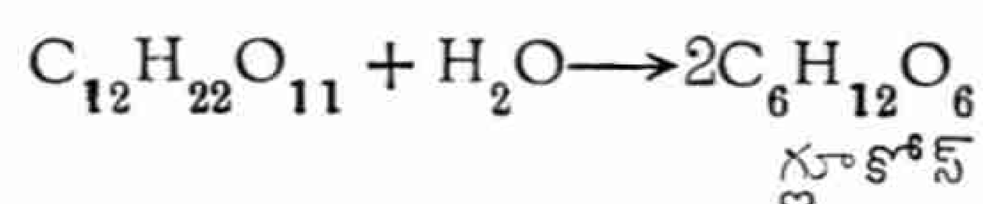


పిండిపదార్థములను మొదట నీటిలో ఉడకపెట్టవలయును. ఈ పిండియొక్క ద్రావణమునకు మాల్టును కలిపెదరు (తడిపిన బార్లీ ధాన్యమునుండి మొలకలు జనించును. ఈ మొలకలను నీడనారబెట్టి వాటినుండి నీటితోతీసిన సారమునకు మాల్టు అనిపేరు). ఈ మాల్టులో డైఎస్టేస్ అను ఎన్‌జైమ్ ఉండును. ఇది పిండిని మాల్టు పంచదార లేదా మాల్టోస్‌గా మార్చగలదు. ఈ మాల్టోస్ చెరకు చక్కెరయొక్క అణుసాంకేతికమునే కలిగియున్నను రచనలో దానికన్న భిన్నముగా నుండును.



పిండిపదార్థము $\longrightarrow$ మాల్టోస్ ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

ఈ మాల్టోస్‌అణువు ఈస్టులోనున్న మాల్టేస్ అను ఎన్‌జైమ్‌ప్రభావమువలన రెండు గ్లూకోస్ అణువులుగా మారును.



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow 2C_6H_{12}O_6$$



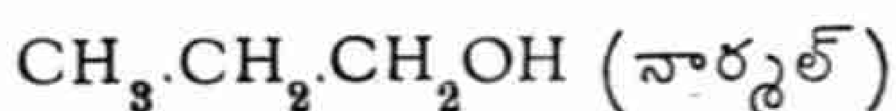
ఈ గ్లూకోస్ మరల పైనిచెప్పిన విధముననే ఆల్కహాల్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌లక్రింద విడిపోవును. ఏ ద్రవ్యమునుండి తయారైనను మొదటి మద్యసారములో 30% కన్న ఎక్కువ ఎతిల్ ఆల్కహాల్ ఉండదు. అంశిక స్వేదనప్రక్రియను ఉపయోగించి 96% ఆల్కహాల్‌గల ద్రవమును సంపాదింతురు. ఈ ద్రవమునకే 'రెక్టిఫైడ్‌స్పిరిట్' అని పేరు. ఇందులో మిగిలియున్న 4% నీటిని తీసివేయుటకు ఈ ద్రవమును పొడిసున్నముతోగాని, లేదా కాల్సియమ్‌ధాతువుతోగాని స్వేదింతురు. 100% ఆల్కహాల్‌గల ద్రవమునకు అబ్సల్యూట్ (నిర్జల) ఆల్కహాల్ అని పేరు.

96% ఆల్కహాల్‌గల మద్యసారమునుండి నిర్జల ఆల్కహాల్‌ను తయారుచేయుటకొరకు నవీనపద్ధతికలదు. 4%

నీటితో కలసియున్న ఆల్కహాల్‌నకు బెన్జీన్ ద్రవమును కలిపి ఆ మిశ్రమును స్వేదింతురు. ఈ మిశ్రమునుండి మొదట ఆల్కహాల్ + బెన్జీన్ + నీరు గల త్రిఘటక మిశ్రద్రవ్యము 64·85°C వద్ద సంగ్రహణపరికరములో ద్రవముగా లభ్యమగును. తరువాత బెన్జీన్ + ఆల్కహాల్ గల ద్విఘటకమిశ్రద్రవ్యము 68·25° C వద్ద దిగును. ఆ తరువాత 78·3° C వద్ద అతిశుద్ధమైన ఆల్కహాల్ స్రవించును.

**ఉపయోగములు :** రెసిన్‌లకు మంచి ద్రావమగుటచే దీనిని పూతరంగులు తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుచున్నారు. ముఖ్యముగా ఇది ఔషధములుగా వాడుకలోనున్న టింక్చర్‌లు, క్రిమిహరద్రవ్యములు,సుగంధవస్తువులు, సున్నిత రాసాయనిక ద్రవ్యములు, రంగులు, సిరాలు మొదలగు వివిధపారిశ్రామికసామగ్రిని తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఈథర్, క్లోరోఫార్మ్, ఎస్టర్ మొదలైన రాసాయనిక ద్రవ్యములను తయారుచేయుటయందిది ముడిద్రవ్యము :

ప్రోపిల్‌ఆల్కహాల్ ($C_3H_7OH$) : నార్మల్, సెకండరీ, అను రెండుసమాంగరూపములలో నున్నది.

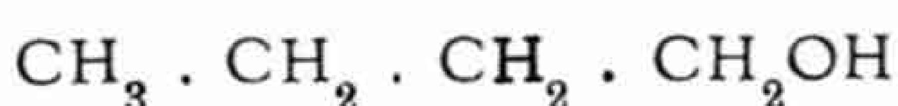

$CH_3.CH_2.CH_2OH$ (నార్మల్)


$CH_3.CHOH.CH_3$ (సెకండరీ)

ఎతిల్ ఆల్కహాల్‌ను ఆంశిక స్వేదనము కావించినపుడు చివరను ద్రవీభవించుభాగమగు ఫ్యూసెల్ ఆయిల్‌లో నార్మల్ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్ కొంత ఉండును. దీనికి అంత పారిశ్రామికప్రాముఖ్యము లేదు.

సెకండరీ ఆల్కహాల్‌నకు ఉపయోగము ఎక్కువ. దీనిని ఆసిటోన్‌గా ఆక్సీకరింతురు. నేలబొగ్గును విఘటనాత్మక స్వేదనమునకు గురిచేసినపుడుగాని, రాతినూనెను క్రాక్ చేసినపుడు కాని లభ్యమగు ప్రోపిలీన్ (అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్) ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో విలీనము కావించి ఆద్రావణమును ఆంశిక స్వేదనము కావించినచో ఇది లభ్యమగును.

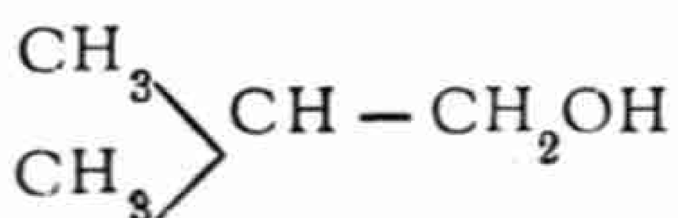
బ్యూటైల్‌ఆల్కహల్ : దీనికి నాలుగు సమాంగరూపములు కలవు :


$CH_3 . CH_2 . CH_2 . CH_2OH$

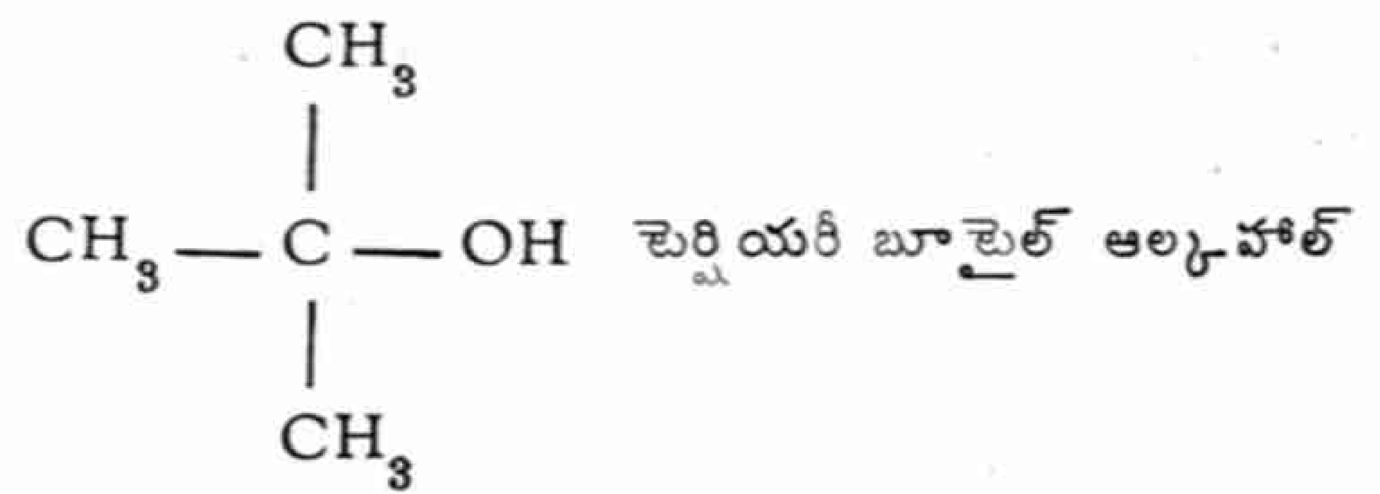
నార్మల్ బ్యూటైల్‌ఆల్కహాల్ (ప్రైమరీ)


$CH_3 . CH_2 . CHOH . CH_3$

సెకండరీ బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్

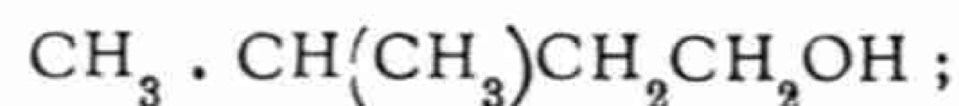

$(CH_3)_2CH - CH_2OH$

ఐసోప్రైమరీ బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్




పై రెండవరూపమునందు మూడవకార్బన్ పరమాణువు అసౌష్ఠవగుణము కలది. అందువలన ఈబ్యూటైల్ ఆల్కహాల్‌లో మొట్టమొదట మనకు ఆల్కహాల్ శ్రేణిలో కాంతిచైతన్యముగల యౌగికము తారసిల్లినది (చూ. కాంతిచైతన్యము).

అమిల్‌ఆల్కహల్ ($C_5H_{11}OH$) : ఈ సాంకేతికముగల ఎనిమిది సమాంగరూపములు గలవు. వీటిలో క్రింది అణుసాంకేతికములు కలవి ముఖ్యము :


$CH_3 . CH(CH_3)CH_2CH_2OH$ ;

ఐసోఆమిల్ ఆల్కహాల్

I


$CH_3CH_2CHCH_3CH_2OH$ ;

ఆక్టివ్ ఆమిల్ ఆల్కహాల్

II

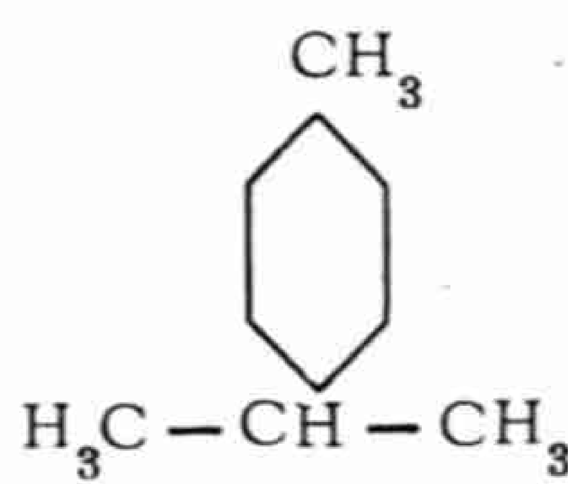

$(CH_3)_2CH_5COH$.

టెర్షియరీఅమిల్ ఆల్కహాల్.

III

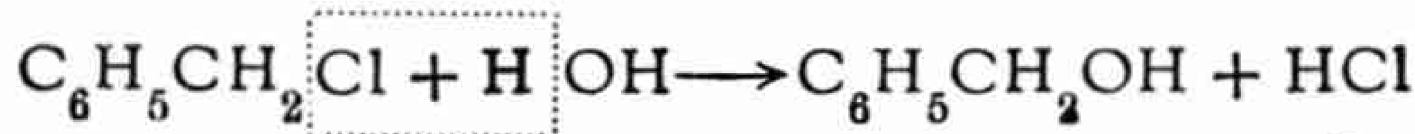
మొదటిరెండును ఫ్యూసెల్ ఆయిల్‌లో ఉండును. టెర్షియరీ ఆల్కహాల్ కర్పూరపువాసనను కలిగియుండును. సామాన్యఆమిల్‌ఆల్కహాల్ మొదటి రెండింటిమిశ్రమము. దీనిని ముఖ్యముగా సెల్యులోస్‌ను ద్రావణముగా నొనర్చు అమిల్‌ఎస్టర్‌లను తయారుచేయుటకై ఉపయోగింతురు. వివిధరకములగు ఆమ్లములతో సంయోగించగావచ్చిన దీని ఎస్టర్‌లు ఆపిల్, బనానా, అనాస మొదలగు పండ్లకున్న వాసనలను కలిగియుండును. వీటిని చక్కెరమిఠాయిని, షర్బత్తులను తయారుచేయుటలో వాడుదురు. పి.ఎస్.ఆర్.

అరొమాటిక్ ఆల్కహాల్‌లు : ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్‌లనుబోలు బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములలో హైడ్రాక్సిల్ గణము వలయము మీద నుండక ప్రక్కనున్న ఆల్కిల్ గణమునకు అనుబద్ధమై ఉండును.




బెన్జిల్ ఆల్కహల్ ($C_6H_5CH_2OH$) : ఇచ్చట కూడ ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్‌లలో వలె ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ తరగతులలోనికి విభజన అన్వయించును. ఈ ఆల్కహాల్‌లనుండి వ్యుత్పన్నమైన ఈథర్‌లుకూడ కలవు. బెన్జిల్ మెథిల్ ఈథర్ ($C_6H_5CH_2OCH_3$). ఆలిఫాటిక్ ఈథర్‌లను తయారుచేయుపద్ధతులనే ఇచ్చటకూడ వాడుకచేయవచ్చును.

ఆరొమాటిక్ ఆల్కహాల్‌లను తయారుచేయు పద్ధతి కూడ, ఆలిఫాటిక్ ఆల్కహాల్‌లయొక్క విరచనకు ఉపయోగించునదియే. బెన్జిల్ క్లోరైడ్ ($C_6H_5CH_2Cl$) యౌగికమును జలవిశ్లేషణము కావించి బెన్జిల్ ఆల్కహాల్‌ను తయారుచేయవచ్చును :



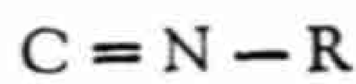
$$C_6H_5CH_2Cl + H\,OH \longrightarrow C_6H_5CH_2OH + HCl$$

పి. ఎస్. ఆర్.

**ఆల్కిల్ సైనైడ్‌లు :** హైడ్రోకార్బన్‌లోనున్న హైడ్రోజన్‌కి బదులుగా సైనోజన్ గణముఉన్న యౌగికములు సైనైడ్‌లని ఐసో సైనైడ్‌లని రెండు తరగతులుగానున్నవి. ఈ రెండును సమాంగ రూపములు. వీటి సాధారణ యోజనీయతా సాంకేతికములు :



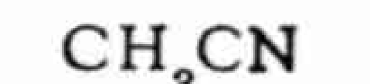
$R-C\equiv N$
ఆల్కిల్ సైనైడ్



$C=N-R$
ఆల్కిల్ ఐసోసైనైడ్

(ఇచ్చట R = ఆల్కిల్ గణము)

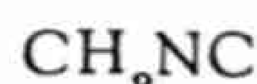
ఈ రెండు తరగతులకు క్రమముగా నైట్రైల్‌లు, ఐసో నైట్రైల్‌లు అనికూడ పేర్లుగలవు. ఐసో నైట్రైల్‌లు కార్బైల్ ఎమీన్‌లనికూడ పిలువబడును. నైట్రైల్‌ల జలవిశ్లేషణమువలన ఆమ్లములు లభ్యమగును గనుక వాటిపేర్లు అవి ఇచ్చు ఆసిడ్‌లనుబట్టి ఉండును :



$CH_3CN$
మెథిల్ సైనైడ్ (ఆసిటో నైట్రైల్)



$C_2H_5CN$
ఎథిల్ సైనైడ్ (ప్రోపియో నైట్రైల్)

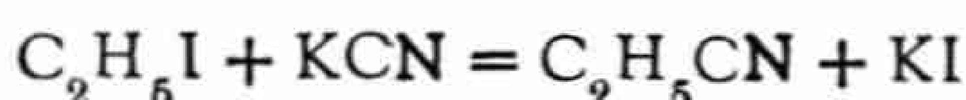


$CH_3NC$
మెథిల్ ఐసో సైనైడ్ (మెథిల్ కార్బైల్ ఎమీన్)



$C_2H_5-NC$
ఎథిల్ ఐసో సైనైడ్ లేదా ఎథిల్ కార్బైల్ ఎమీన్

**తయారుచేయు విధానము :** ఆల్కిల్ సైనైడ్‌లను తయారుచేయు విధానములు రెండు ; ఆల్కిల్ హేలైడ్‌లను పొటాసియమ్ సైనైడ్‌తో వేడిచేయుట వలన :



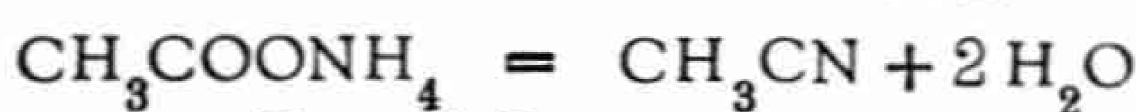
$$C_2H_5I + KCN = C_2H_5CN + KI$$

ఆసిడ్ ఎమైడ్‌లనుగాని, ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్ అమోనియమ్ లవణములను గాని ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్‌తో స్వేదించుటవలన :



$$CH_3CONH_2 = CH_3CN + H_2O$$

ఆసిటమైడ్    మెథిల్ సైనైడ్

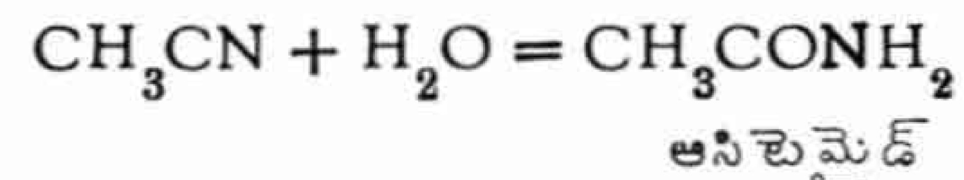


$$CH_3COONH_4 = CH_3CN + 2\,H_2O$$

అమోనియమ్ ఆసిటేట్

**గుణములు :** సువాసనగల విషద్రవములు. వీటిని ఉపయోగించి కార్బన్ యౌగిక శృంఖలయందు ఇంకొక కార్బన్ పరమాణువును ప్రవేశపెట్టుటకు వీలుండుటచే, ఇవిచాల ప్రధానములైన సంయోజనసాధనములు.

ఇవి జలవిశ్లేషణమువలన మొదట ఎమైడ్‌లుగాను, తుదకు ఆసిడ్‌లుగాను మారును :



$$CH_3CN + H_2O = CH_3CONH_2$$

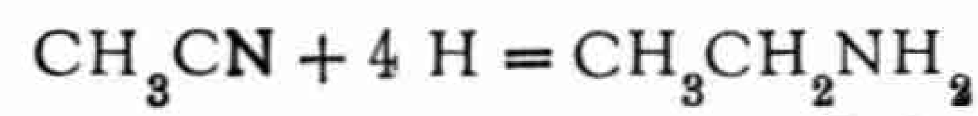
ఆసిటమైడ్



$$CH_3CN + 2H_2O = CH_3.COONH_4$$

అమోనియమ్ ఆసిటేట్ .

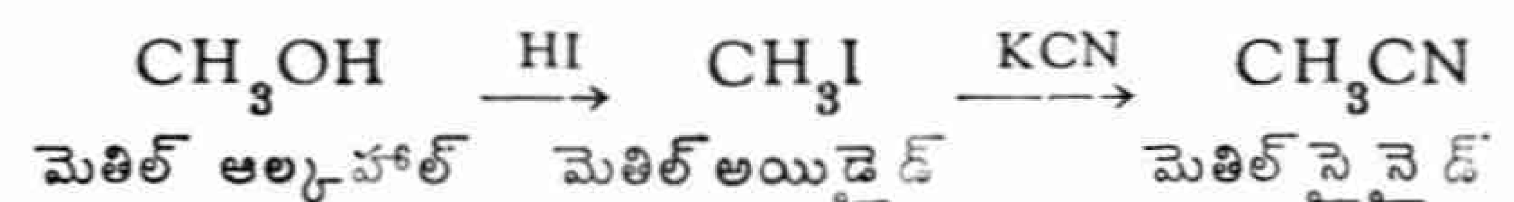
సోడియమ్, ఆల్కహాల్ మిశ్రము (సద్యోజాత హైడ్రోజన్‌తో) ఆక్సీహరించినచో ప్రైమరీ ఎమీన్‌లు లభ్యమగును.



$$CH_3CN + 4\,H = CH_3CH_2NH_2$$

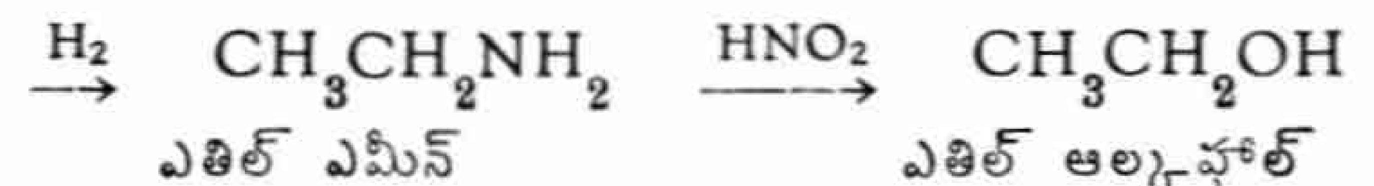
ఎథిల్ ఎమీన్

శృంఖలమును పొడిగించు ప్రక్రియకు ఉదాహరణము :



$$CH_3OH \xrightarrow{HI} CH_3I \xrightarrow{KCN} CH_3CN$$

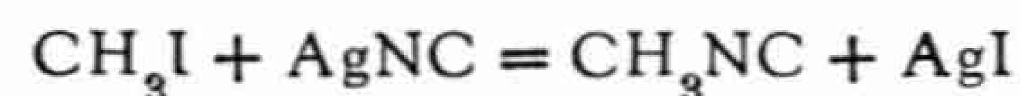
మెథిల్ ఆల్కహాల్    మెథిల్ అయొడైడ్    మెథిల్ సైనైడ్



$$\xrightarrow{H_2} CH_3CH_2NH_2 \xrightarrow{HNO_2} CH_3CH_2OH$$

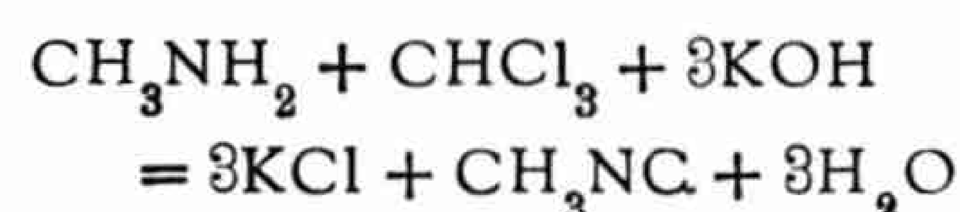
ఎథిల్ ఎమీన్    ఎథిల్ ఆల్కహాల్

**ఐసోసైనైడ్‌ల రచన :** ఆల్కిల్ హేలైడ్‌ను సిల్వర్ సైనైడ్‌తో స్వేదించుట వలన ఐసోసైనైడ్ లభ్యమగును.



$$CH_3I + AgNC = CH_3NC + AgI$$

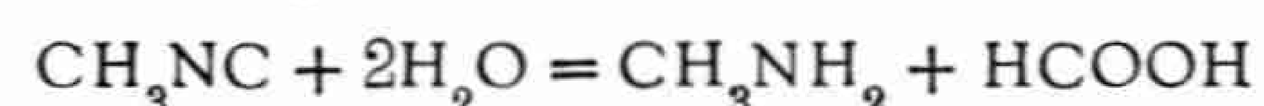
**కార్బైల్ ఎమీన్ ప్రతిక్రియ :** క్లోరోఫార్మ్, ఆల్కహాలిక్ పొటాష్, ప్రైమరీ ఎమీన్ మిశ్రమును వేడిచేయుట వలనకూడ ఇవి జనించును :



$$CH_3NH_2 + CHCl_3 + 3KOH = 3KCl + CH_3NC + 3H_2O$$

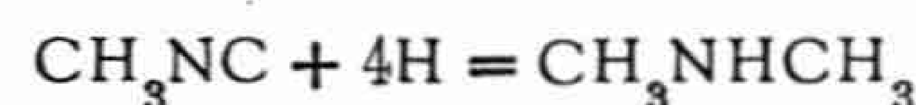
ఈ కార్బైల్ ఎమీన్ దుస్సహమైన వాసనగలది యగుటచే ప్రైమరీఎమీన్‌నుగాని, క్లోరోఫార్మ్‌నుగాని గుర్తించుటకు ఇది ఉపయోగించును.

**గుణములు :** ఇవి దుర్వాసనగల విషద్రవములు. జలవిశ్లేషణమువలన (హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ సన్నిధిలో) ప్రైమరీ ఎమీన్, ఫార్మిక్ ఆసిడ్‌లు ఏర్పడును :



$$CH_3NC + 2H_2O = CH_3NH_2 + HCOOH$$

ప్రబల ఆక్సీహరణ ద్రవ్యములుగా కార్బైల్ ఎమీన్‌లను సెకండరీ ఎమీన్‌లుగా మార్చును.



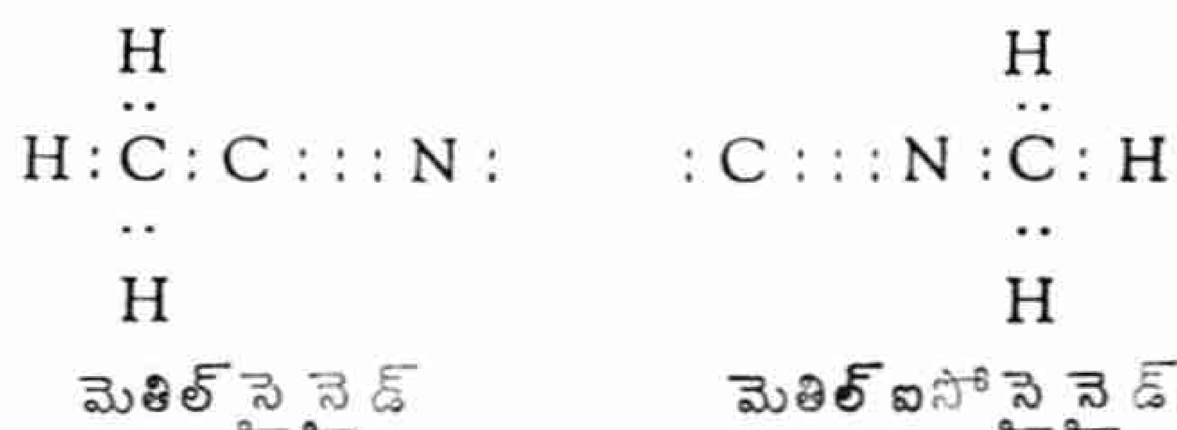
$$CH_3NC + 4H = CH_3NHCH_3$$

**ఆల్కిల్‌సైనైడ్, ఐసోసైనైడ్ సమాంగరూపత :** వీటి గుణపరీక్ష వలన ఐసో సైనైడ్‌లలో నైట్రోజన్ పరమాణువు ఆల్కిల్ గణమునకు చెందిన కార్బన్ పరమాణువుతో సూటిగా కలిసియున్నట్లును, సైనైడ్‌లలో అది మరియొక

కార్బన్‌పరమాణువుద్వారా కలిసి యున్నట్లును ఊహించవలసియున్నది :




పారాకోర్ విలువలు, రామన్ ఫలితములు ఈ ప్రమాణములనుబట్టి వాటి ఎలక్ట్రాన్ రచనలనిట్లు తెలుపవచ్చును:




మెథిల్ ఐసోసైనైడ్‌లో మామూలుగా నాలుగు ఎలక్ట్రాన్‌లచే ఏర్పడిన రెండు సమయోజనీయ బంధములు గాక నైట్రోజన్ పరమాణువులచేతనే వితరించబడిన మరి రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లచే ఏర్పడిన సహకార సమయోజనీయ బంధముకూడ నొకటి కలదు.

ఆల్కిల్ హేలైడ్‌నుండి పొటాసియమ్ సైనైడ్ చర్యవలన సాధారణ సైనైడ్‌ను, సిల్వర్ సైనైడ్ చర్యవలన ఐసోసైనైడ్‌ను ఏర్పడుచున్నవి గనుక ఈ రచనాభేదము ఆ అకర్బన సైనైడ్‌లలో ఉన్నట్లు ఊహించవచ్చును :




ఉన్నత తాపక్రమములో రెండురకముల ఆల్కిల్ సైనైడ్‌లును ఒకదానిలోనికొకటి మారి సమతాస్థితిలో ఉండును :



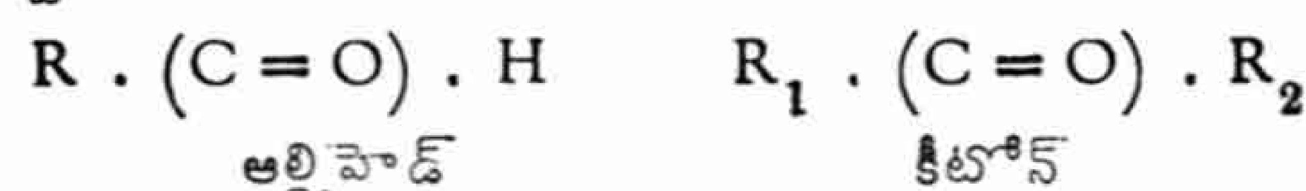

ఈ యౌగికముల కన్నిటికి జనకద్రవ్యమగు హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణురచనయందే ఈ రచనాద్వైవిధ్యమున్నట్లు తోచును. $H - C \equiv N$ లేదా $C \equiv N - H$ కాని, హైడ్రోజన్‌పరమాణువు ఈ రెండు రచనలమధ్య అచింత్యవేగముతో స్పందించు చుండుటచే ఈ భిన్నరూపములను విడదీయుటకు వీలులేదు. అందువలన సమతాస్థితిలోనున్న ఈ రెండు సమాంగ రూపముల మిశ్రముగా హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ ఉండునని భావించవలెను. హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ యొక్క అణురచన చలాంగ సమరూపతకు చక్కనిదృష్టాంతము (చూ. సమాంగరూపత-ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్) మే. వ. స.

**అల్టర్నేటింగ్ కరెంట్ :** చూ. ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము, పు. 200.



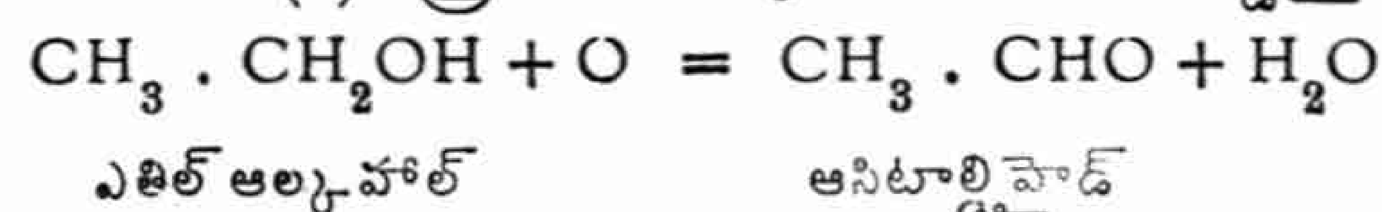
**ఆల్డర్ కుర్ట్ :** జర్మను రాసాయనికుడు. కీల్ యూనివర్శిటీయందు డాక్టరేట్ పట్టమును పొందెను. ఈతడు డీల్స్ శిష్యుడు. కీల్‌లో 1934 లో ఆచార్యత్వమును నిర్వహించి కొలోన్‌లో కెమికల్ టెక్నాలజీ సంస్థలో ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. 1950 లో డీల్స్‌తోపాటు 'డైయీన్' సంయోజనకై ఇతనికి కూడ నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. ఈతడు ఈ రకపు యౌగికముల(డైయీన్‌లు) దిక్‌రాసాయనికశాస్త్రమును, ఆ ప్రక్రియ యందు గోచరించు శక్తి వినిమయమును విశదీకరించెను. మే. వ. స.

**ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు :** ఈ రెండురకముల యౌగికములును ఆల్కహాల్‌లయొక్క ఆక్సీకరణ ఫలితములే. ప్రైమరీ ఆల్కహాల్‌ల నుండి ఆల్డిహైడ్‌లను, సెకండరీ ఆల్కహాల్‌ల నుండి కీటోన్‌లను ఉత్పన్నము లగును. ఈ రెండు రకముల యౌగికములందును కార్బొనిల్ $(-CO-)$ గణము విధిగా నుండును. ఈ కార్బొనిల్ గణమునకు ఒకప్రక్క ఆల్కిల్ గణము, ఇంకొకప్రక్క హైడ్రోజన్‌పరమాణువు ఉన్నచో ఆల్డిహైడ్‌ను, రెండు ప్రక్కలను ఆల్కిల్ గణములున్నచో కీటోన్‌లును ఏర్పడును :

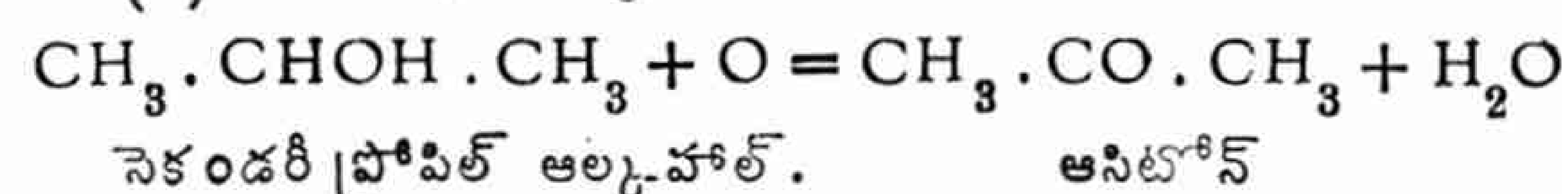



ఇచ్చట $R$, $R_1$, $R_2$ అనునవి ఆల్కిల్‌గణములకు గుర్తులు. ఈ రెండుతరగతుల యౌగికములకును కార్బొనిల్ గణము సామాన్యముగానుండుటయే వీటికి కొన్ని సమాన రాసాయనిక ధర్మములు ఉండుటకు కారణము. ఆల్డిహైడ్‌లలో ఒకవైపు ఆల్కిల్ గణమునకుబదులుగ హైడ్రోజన్‌పరమాణువు ఉండుట, ఈ రెండుతరగతుల యౌగికముల భిన్నధర్మములకు కారణము.

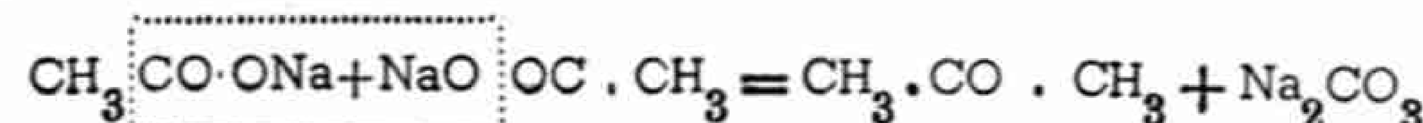
రచనావిధానములు : రచనావిధానములందుకూడ ఈ రెంటికిని చాలసాదృశ్యము కలదు. 1. ఆల్కహాల్‌ల ఆక్సీకరణము - (a) ప్రైమరీ ఆల్కహాల్‌నుండి ఆల్డిహైడ్ :



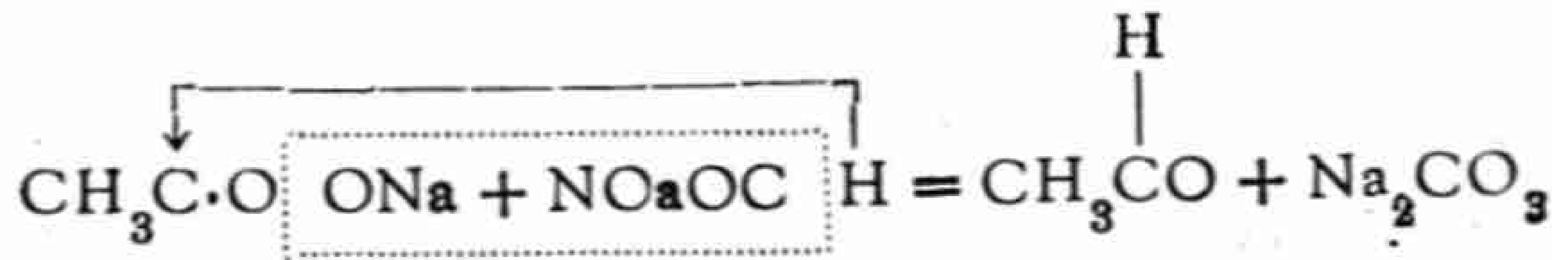

(b) సెకండరీ ఆల్కహాల్‌నుండి కీటోన్:



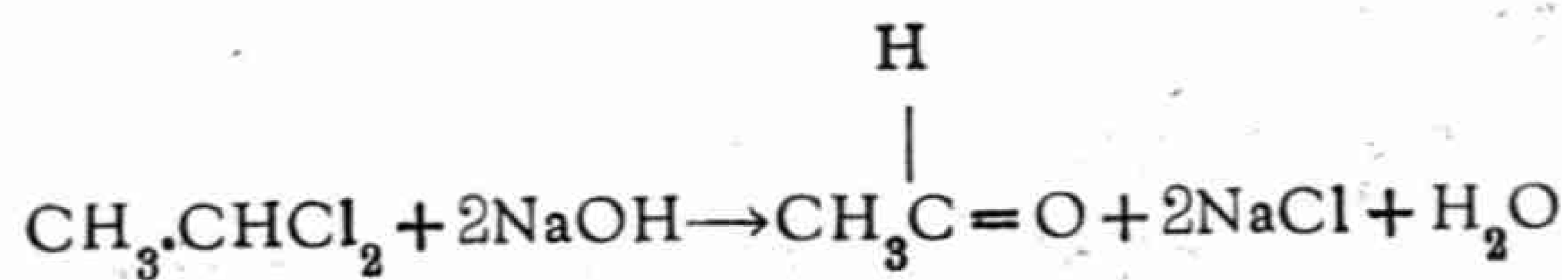

2. పారఫిన్ కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్‌ల కాల్సియమ్‌లవణములను (a)ప్రత్యేకముగా స్వేదనమొనరించినపుడు కీటోన్ ఏర్పడును :



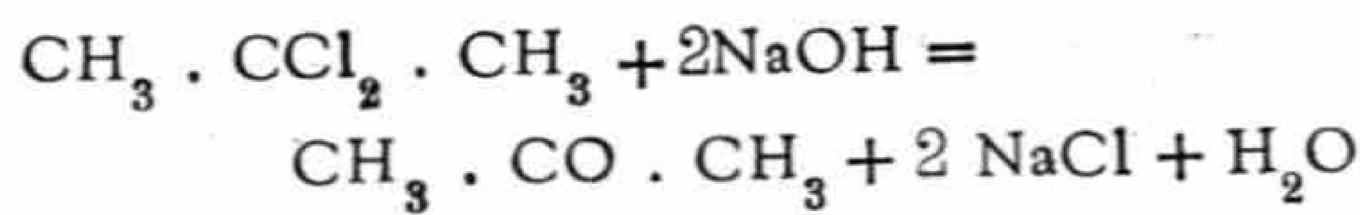
(b) కాల్సియమ్ ఫార్మేట్‌తో కలిపి స్వేదనమొనరించినపుడు ఆల్డిహైడ్‌లు ఏర్పడును :



3. రెండు హేలొజన్ పరమాణువులు ఒకే కార్బన్ పరమాణువుతో కలసియున్న డై హేలైడ్‌ల జలవిశ్లేషణము వలన (a) రెండు హేలొజన్ పరమాణువులును యౌగికపు గొలుసు చివరనున్నప్పుడు ఆల్డిహైడ్‌లు ఏర్పడును:



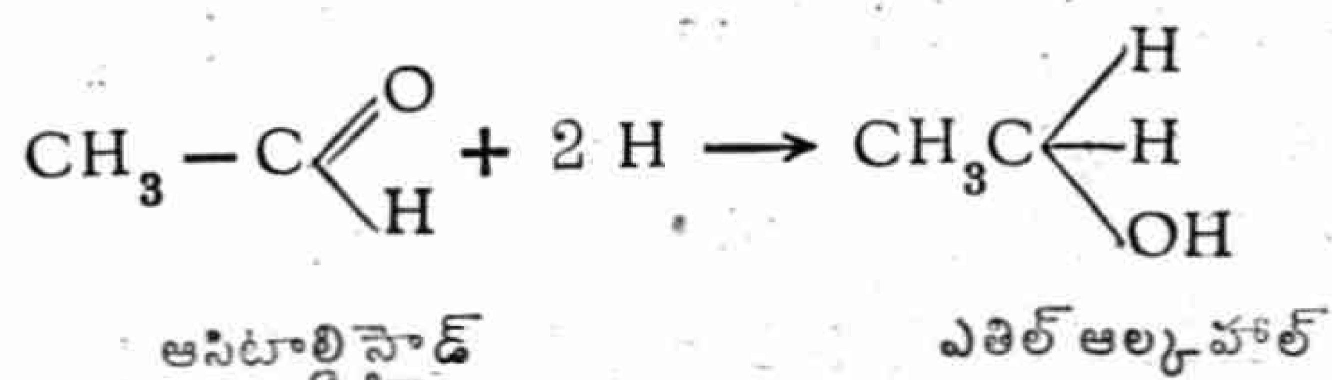
(b) రెండు హేలొజన్ పరమాణువులును యౌగికము మధ్యనున్న కార్బన్ పరమాణువుతో బద్ధమైయున్నపుడు కీటోన్ సంభవించును.

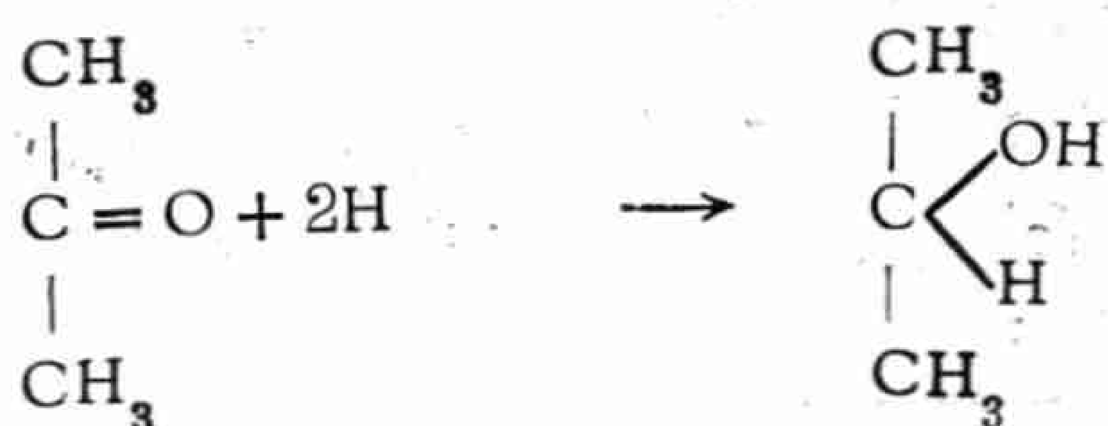


భౌతికధర్మములు : శ్రేణిలో మొదటి యౌగికములు (ఫార్మాల్డిహైడ్ తప్ప) విశిష్టవాసనలుగల ద్రవములు. ఆల్కహాల్‌ల క్వథనాంకములకన్న వీటివి చాలతక్కువ. స్వల్పఅణుభారముగల యౌగికములు నీటిలో కలియును.

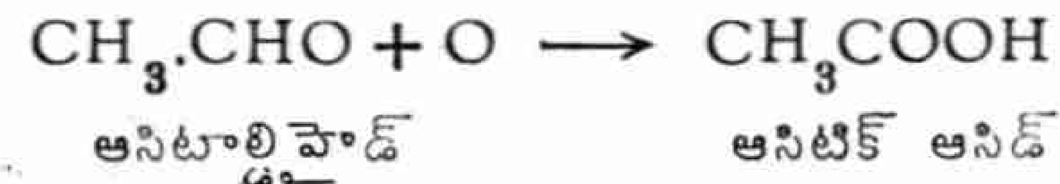
రాసాయనికధర్మములు : ఈ రెండిటికిని సామాన్యముగానున్న రాసాయనిక ప్రక్రియలు రెండుతరగతులుగానున్నవి. 1. అసంతృప్తమై (అనగా ద్విబంధబద్ధమై) యున్న కార్బన్ - ఆక్సిజన్ బంధము $(-C=O)$ హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో కలిసి సంతృప్తమైన $(-C-O-H)$ బంధముగలదగుట. 2. కార్బొనిల్ $(-CO)$ గణములో నున్న ఆక్సిజన్ నీరుగా బయటికి వెడలుట. ఈ రెండవ సందర్భమునందు రెండుమూడు యౌగికాణువులు కలిసి యొక సంహతాణువు ఏర్పడును ;

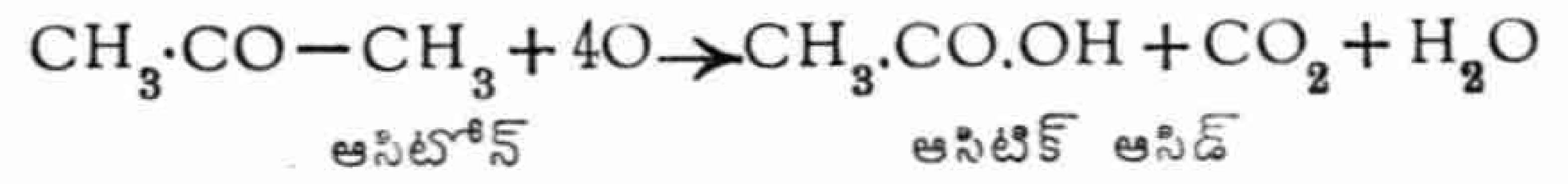
1. (a) సంతృప్త యౌగికములు ఏర్పడుట :



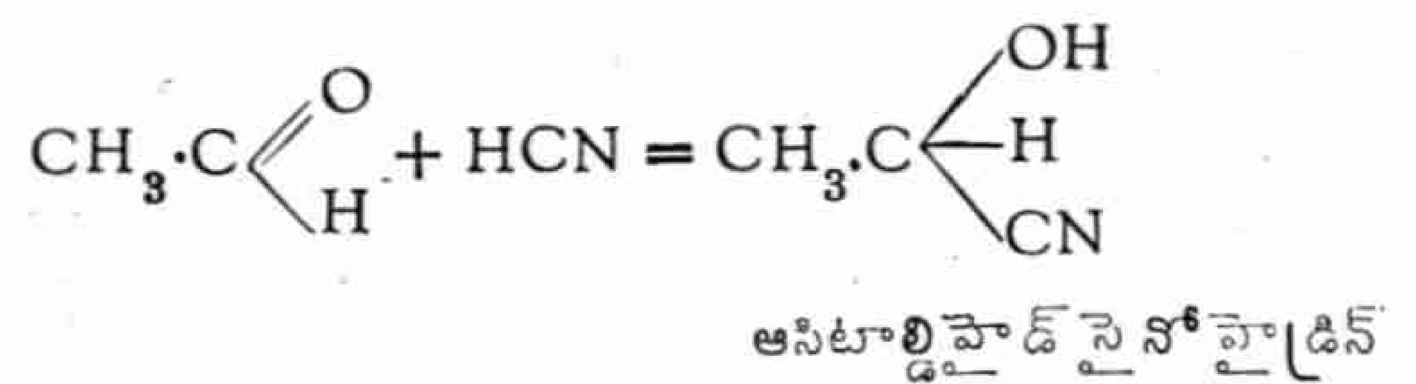



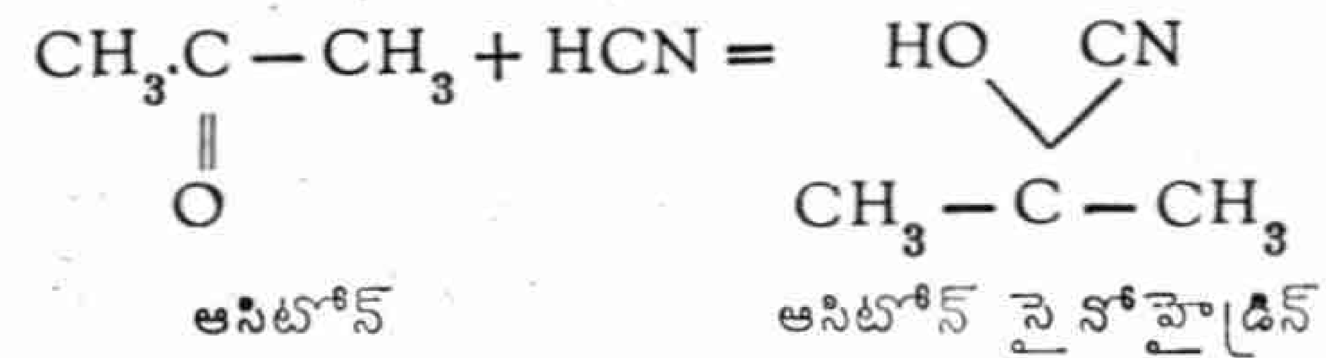

(b) ఆక్సీకరణమువలన కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు ఏర్పడును. ఆల్డిహైడ్‌లు వాటి కార్బన్‌పరమాణుసంఖ్య తగ్గకుండ ఆక్సీకరించబడును. కీటోన్‌లు తక్కువ కార్బన్ పరమాణుసంఖ్యగల ఆక్సీకృతవ్యుత్పన్నములను ఇచ్చును :



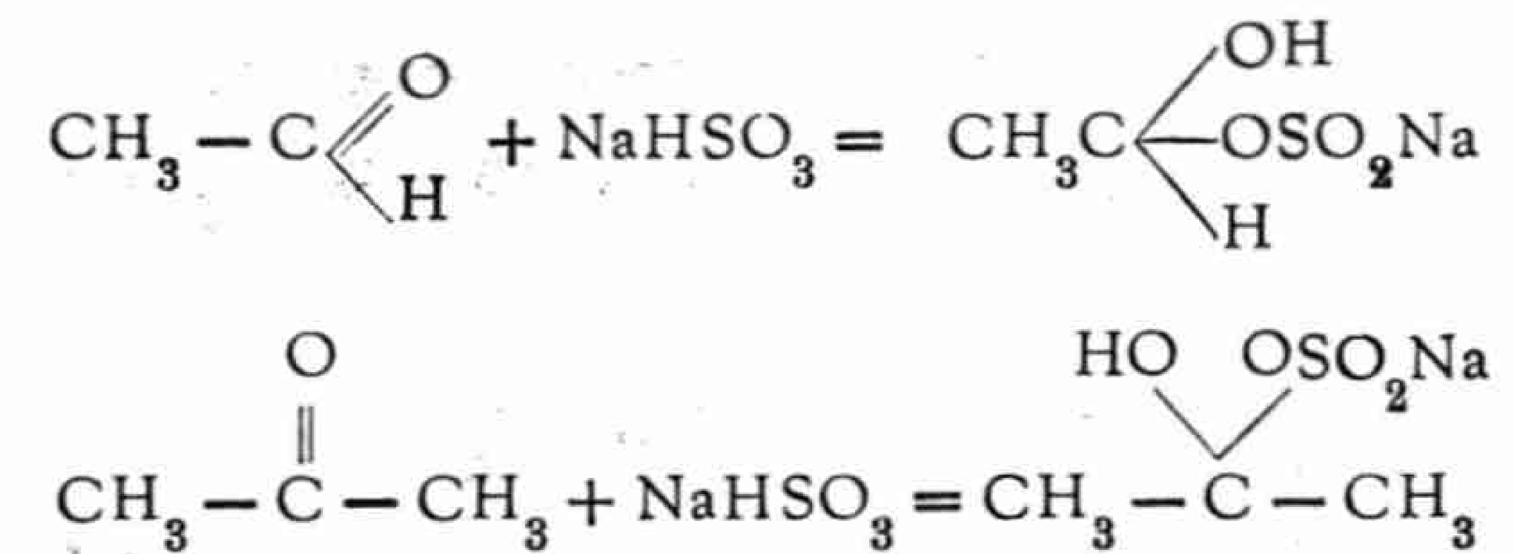

(c) హైడ్రోజన్ సైనైడ్‌తో కలిసి సైనోహైడ్రిన్‌లు అను సంయోజన యౌగికములను ఇచ్చును.



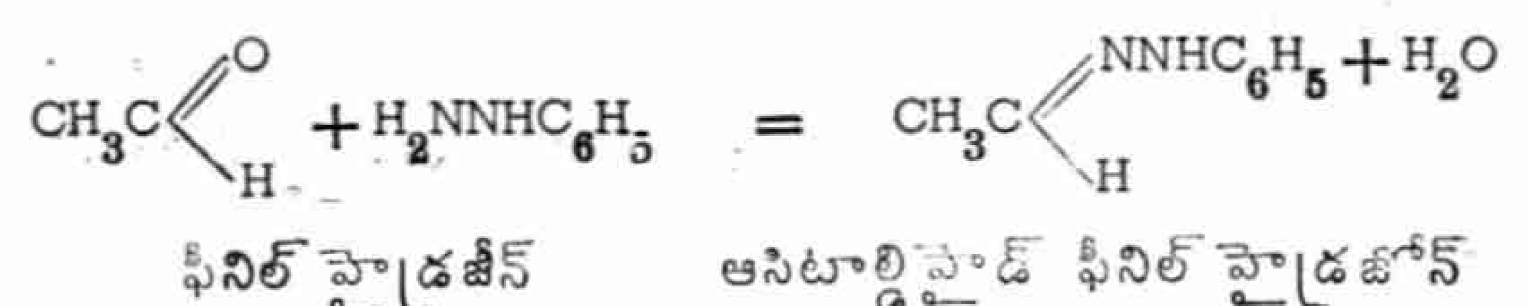

ఈ ప్రక్రియ హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్‌ల తయారుచేయుటయందు ముఖ్యమైనది:

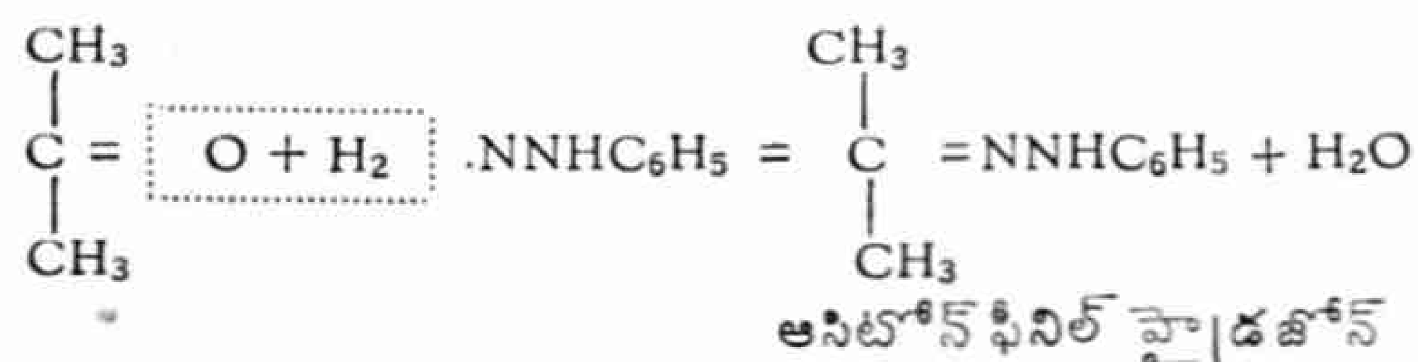
(d) సంతృప్త సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ యొక్క జలద్రావణముతో కలిసి సంయోజనయౌగికములను ఇచ్చును:



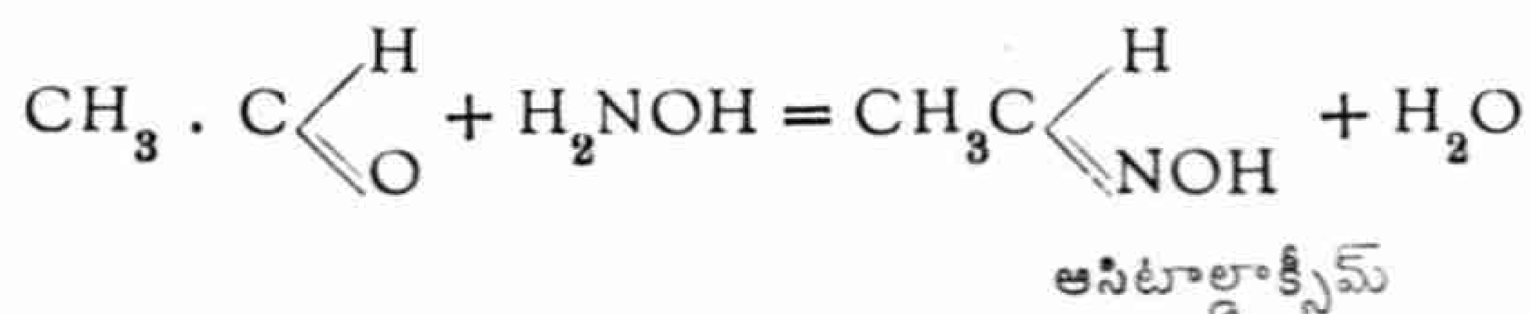
$(CH_3CO-)$ అను పరమాణు కూటమున్న కీటోన్‌లు సోడియమ్ బైసల్ఫైట్‌తో సంయోజిత యౌగికములను ఇచ్చును. ఈ బైసల్ఫైట్ సంయోజితములు స్ఫటికఘన ద్రవ్యములు. వీటిని విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో స్వేదించినపుడు మునుపటి ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు మరల జనించును ఈ ప్రక్రియ వాటిని విడదీయుటకును శుద్ధిచేయుటకును ఉపయోగపడును:

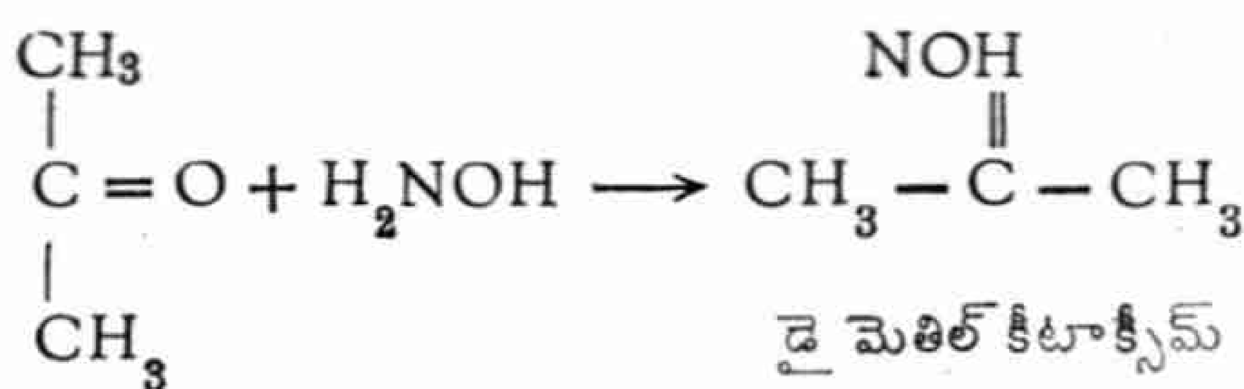
2. ఉదకవిసర్జనతో కూడిన ప్రక్రియలు : (a) ఫీనిల్ హైడ్రజీన్‌తో హైడ్రజోన్‌ల నిచ్చును.






(b) హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్ ($NH_2OH$) తో ఆక్సీమ్‌లను ఇచ్చును :

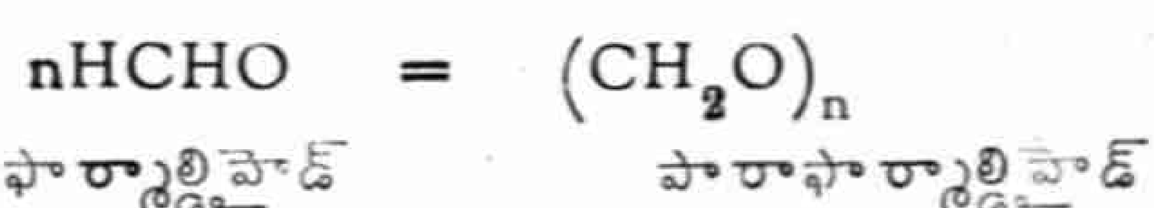


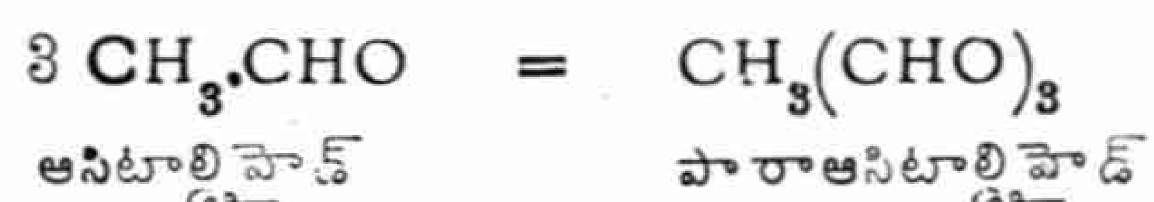




రాసాయనిక ధర్మము లందలి భేదములు : కార్బొనిల్ గణముతో కలిసి హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉండుటచే ఆల్డిహైడ్‌లు ప్రబలఆక్సీహరములుగా ఆచరించును. ఉదాహరణమునకు ఫెలింగ్సుద్రావణము*లోనున్న కూప్రిక్ ఆక్సైడ్‌ను ఆల్డిహైడ్ కూప్రస్ఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీహరించును. అల్లే అమోనియాకలిసియున్న సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును రజతధాతువుగా ఆక్సీహరించును. కీటోన్‌లకు ఈ ఆక్సీహరించుగుణము లేదు.

ఫార్మాల్డిహైడ్‌తప్ప తక్కిన ఆల్డిహైడ్‌లు అమోనియాతో సంయోజనయోగికములను ఇచ్చును. కీటోన్‌లు అమోనియాతో కీటెమైడ్‌లు అను క్లిష్టయోగికములుగా మారును.

ఆల్డిహైడ్‌లు సులభముగా బహుఅణుకయోగికములను ఇచ్చును :



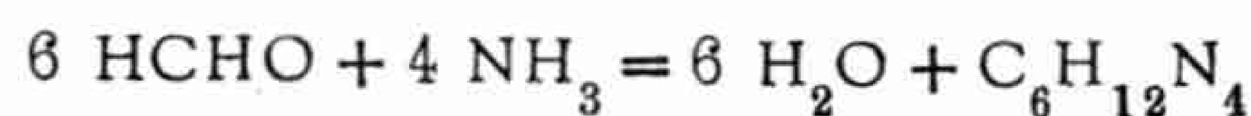



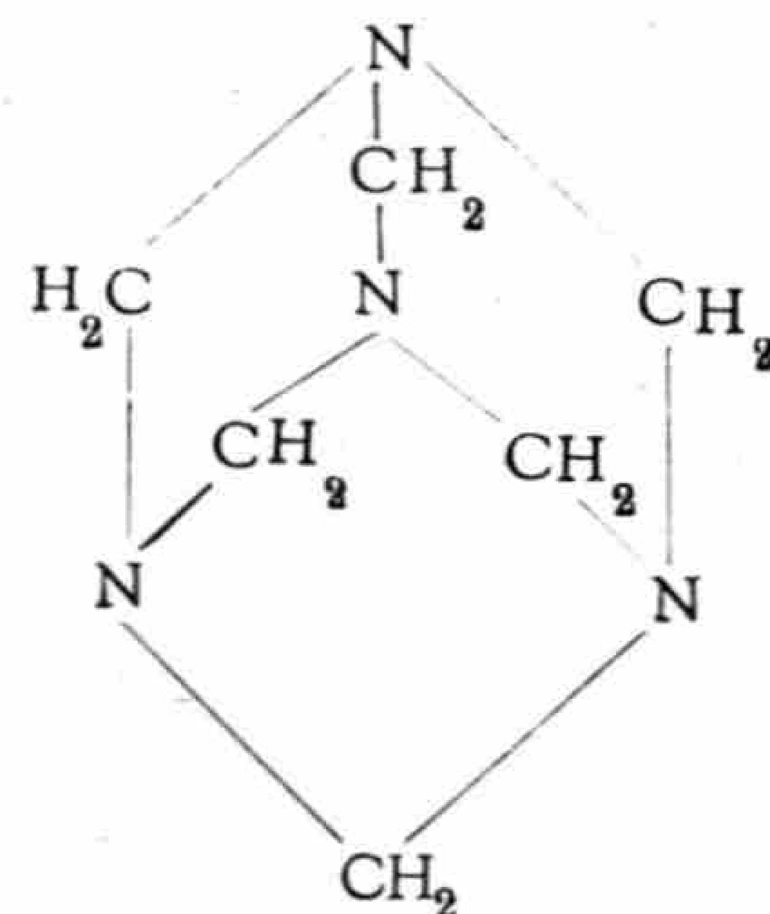

ఆల్డిహైడ్‌లు షిఫ్ శోధకద్రావణమునకు, అనగా, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వలన రంగు లేకుండ చేయబడిన మెజంటా జలద్రావణమునకు చినాలిరంగు కలిగించును.

ఫార్మాల్డిహైడ్ : పారిశ్రామికముగాను, శోధనాగారమందుకూడ మెతిల్‌ఆల్కహాల్ బాష్పమును, గాలితో కలిపి వేడిరాగిజాలకముపై పంపినపుడు, రాగి ప్రేరక ద్రవ్యముగా ఆచరించి, ఫార్మాల్డిహైడ్ వాయువు ఏర్పడును. ఈ వాయువును నీటిలో ద్రావణముగా తయారు చేయుదురు. ఇది చాలఘాటైన వాసన గలది; పీల్చినచో ముక్కు మండును.

రాసాయనిక ధర్మములు : ఫార్మాల్డిహైడ్ ప్రబల ఆక్సీహరద్రవ్యము ; తక్కిన ఆలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌ల ధర్మములన్నిటిని చూపును.

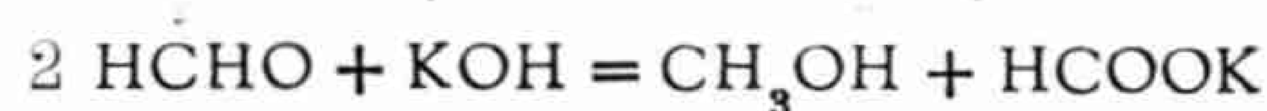
దీని విశిష్ట రాసాయనిక ధర్మములు : అమోనియాతో ఆల్డిహైడ్ అమోనియమ్ నీయదు ; 'హెక్సామెతిలీన్ టెట్రాఎమీన్' అను విచిత్రయోగికము నిచ్చును.





ఈ యోగికమునకు యురోట్రోపీన్, ఎమినోఫార్మ్ అను వ్యాపారనామములు కలవు. ఇది మూత్రమునందుండు సూక్ష్మక్రిములను చంపును. అందువలన మూత్రక్రిమినిరోధకముగా దీనిని వాడుదురు.

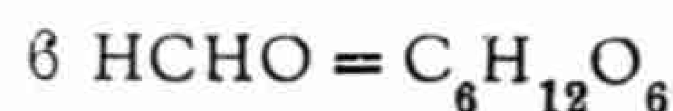
పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌తో కలిపినప్పుడు ఒక వింతప్రక్రియ జరుగును. ఒకభాగము ఫార్మాల్డిహైడ్ మెతిల్ ఆల్కహాల్‌గా ఆక్సీహరింపబడి, దానిఫలితముగా రెండవ భాగము ఫార్మిక్‌ఆసిడ్ గా ఆక్సీకరించబడును :



పొటాసియమ్ ఫార్మేట్

ఈ ప్రక్రియకు కానిజారో ప్రతిక్రియ అని పేరు.

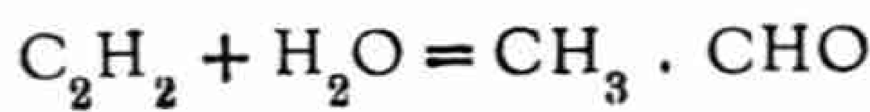
సున్నపునీటితో కలిపి కొంత కాలముంచినచో ఫార్మోజ్ అను తియ్యని చక్కెరవంటి ద్రవ్యమొకటి జనించును :



* కాపర్ సల్ఫేట్, సోడియమ్ పొటాసియమ్ టార్ట్రేట్, సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్, వీటి నియతరాశుల మిశ్రద్రావణమునకు ఫెలింగ్సు ద్రావణమని పేరు. ఇది నీలిరంగు కలిగియుండును. ఈ ఫెలింగ్సుద్రావణము కార్బన్‌యోగికములలోనుండు ఆల్డిహైడ్ గణమును గుర్తించుటకు మంచిసాధనము. అందువలన నీ ద్రావణము కార్బొహైడ్రేట్‌ల రాసాయనిక స్వభావ అన్వేషణలో విరివిగా వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ ద్రావణము ఏ యోగికముచేనైన ఆక్సీహరింపబడినపుడు ఎర్రటిరంగుగల కూప్రస్‌ఆక్సైడ్ దీనినుండి అవక్షిప్తమగును.

**ఉపయోగములు :** 40% జలద్రావణము ఫార్మలిన్ అను పేర సూక్ష్మజీవిసంహారిగా వాడుకలోనున్నది. విస్తారముగా బేక్‌లైట్, తెర్మనాల్ వంటి ప్లాస్టిక్‌లను తయారు చేయుటలో ఉపయోగించుచున్నది.

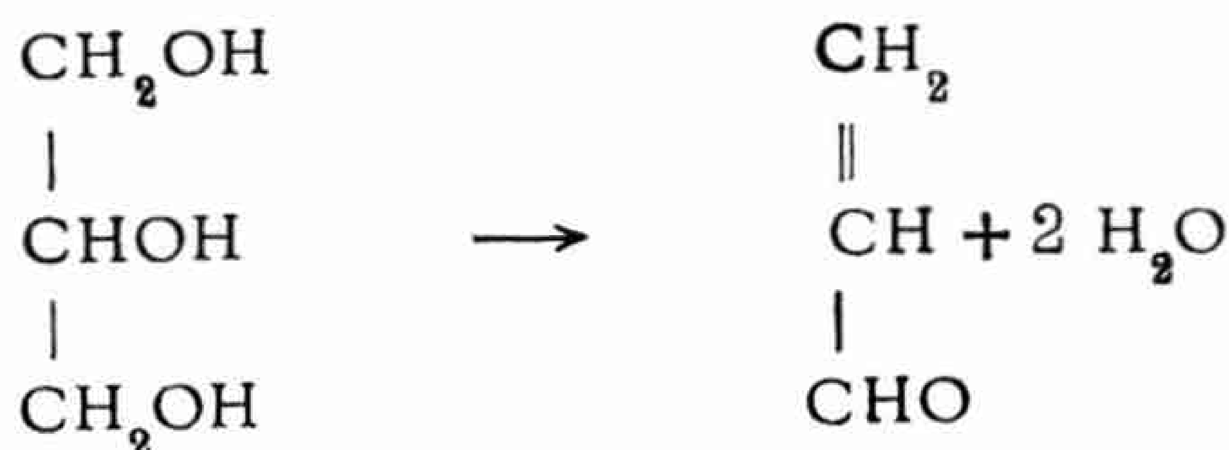
**ఆసిటాల్డిహైడ్ :** ఎతిల్ ఆల్కహాల్‌ను పొటాసియమ్ డైక్రొమేట్, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో కలిపి వేడిచేయుటచే ఏర్పడును. పారిశ్రామికముగా ఆసిటిలీన్ వాయువును వెచ్చటిమర్‌క్యురస్‌సల్ఫేట్ ద్రావణములోనికి పంపినపుడు, మర్‌క్యురస్‌సల్ఫేట్ ప్రేరకప్రభావమున ఆసిటాల్డిహైడ్ ఏర్పడును:



$$C_2H_2 + H_2O = CH_3 . CHO$$

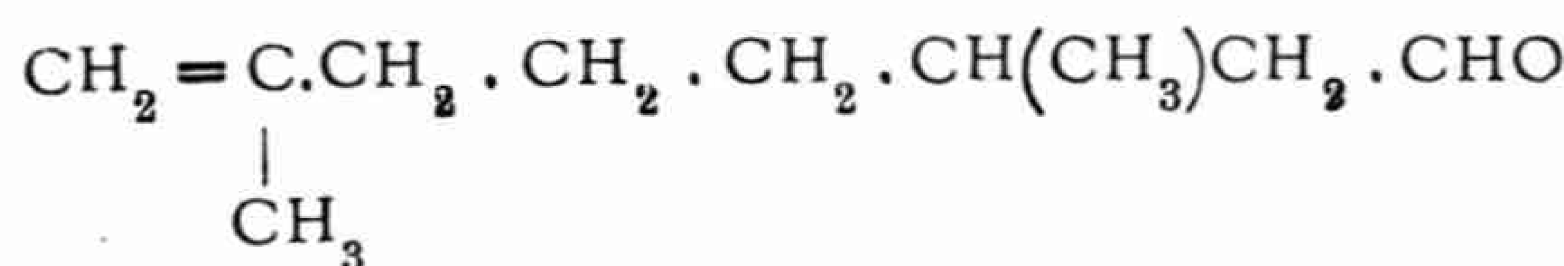
**ధర్మములు :** తరళగుణముకల బాష్పశీలమగుద్రవము (క్వథనాంకము 21° C.); దీనివాసన ఇంపుగా ఉండును. నీటిలోను, ఆల్కహాల్‌లోను కరుగును. ఆల్డిహైడ్‌ల సామాన్య గుణములన్నియు దీనియందున్నవి. ఆసిటాల్డిహైడ్‌పై క్లోరిన్‌చర్యవలన క్లోరల్ అను ట్రైక్లోరిన్ ప్రతిస్థాపిత యౌగికముఏర్పడును. $CCl_3CHO$, దీని హైడ్రేట్ (క్లోరల్ హైడ్రేట్) $CCl_3CHO, H_2O$, నిద్రను కలిగించు సాధనముగా వాడుకలోనున్నది.

**అసంతృప్త ఆల్డిహైడ్‌లు :** మొదటిది అక్రోలీన్ గ్లిసరీన్‌ను పొటాసియమ్‌బైసల్ఫేట్‌తో వేడిచేసినపుడు లభ్యమగును:




దుస్సహమైన వాసనగలరంగులేనిద్రవము. ఆరిపోయిన క్రొవ్వొత్తి పొగవాసన దీనిసంబంధమైనదియే. దీనితో అనేక సంయోజన ప్రక్రియల నడపవచ్చును.

సిట్రొనెల్లాల్, సిట్రాల్ అనునవి మరిరెండు ముఖ్యమైన అసంతృప్త ఆల్డిహైడ్‌లు మొదటిదాని అణు రచనలో 10 కార్బన్ పరమాణువు లున్నవి.

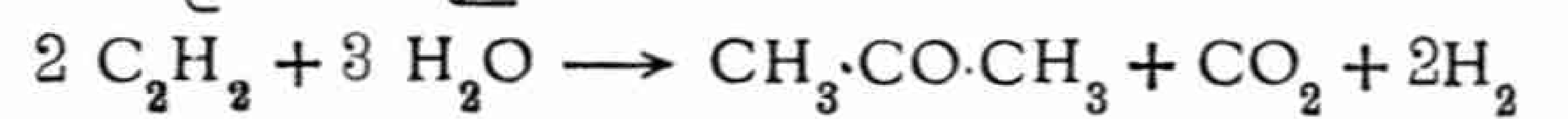



నిమ్మనూనె, యూకలిప్టస్‌నూనె వీటిలో ఉండును ; వీటి వాసన కిదియే కారణము.

రెండవది రెండు ద్విబంధములుగల ఆల్డిహైడ్. ఇదికూడ నిమ్మనూనె, నిమ్మగడ్డినూనె, వెర్బెనాతైలము మొదలగు వాసనగల తైలములలో నుండును.

**ఆసిటోన్ :** కీటోన్‌లలో మొదటిది. దీని సాంకేత స్వరూపము : $CH_3 . CO . CH_3$ ఇది డైమెతిల్ (రెండు మెతిల్ గణములుగల) కీటోన్. పారిశ్రామికముగా దీనిని, మూసిన రిటార్ట్‌లో కర్రను స్వేదించుట వలన లభించు పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్‌నుండి విడదీయుదురు. ఈ ఆమ్లములో ఆసిటోన్‌తోబాటు మెతిల్‌ఆల్కహాల్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కూడ కలసి ఉండును. ఈ మిశ్రమునకు సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ కలిపినపుడు ఆసిటోన్ ఈ లవణముతో కలిసి అద్రావ్యస్ఫటికములుగా అవక్షిప్తమగును. ఈ స్ఫటికములను వేరుచేసి లఘు సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తో కలిపినచో ఆసిటోన్ వేరగును. పిండిపదార్థములనుండి బాసిలస్‌మాసిరాన్స్ అను సూక్ష్మజీవి ఆసిటోన్‌ను జనింపజేయును.

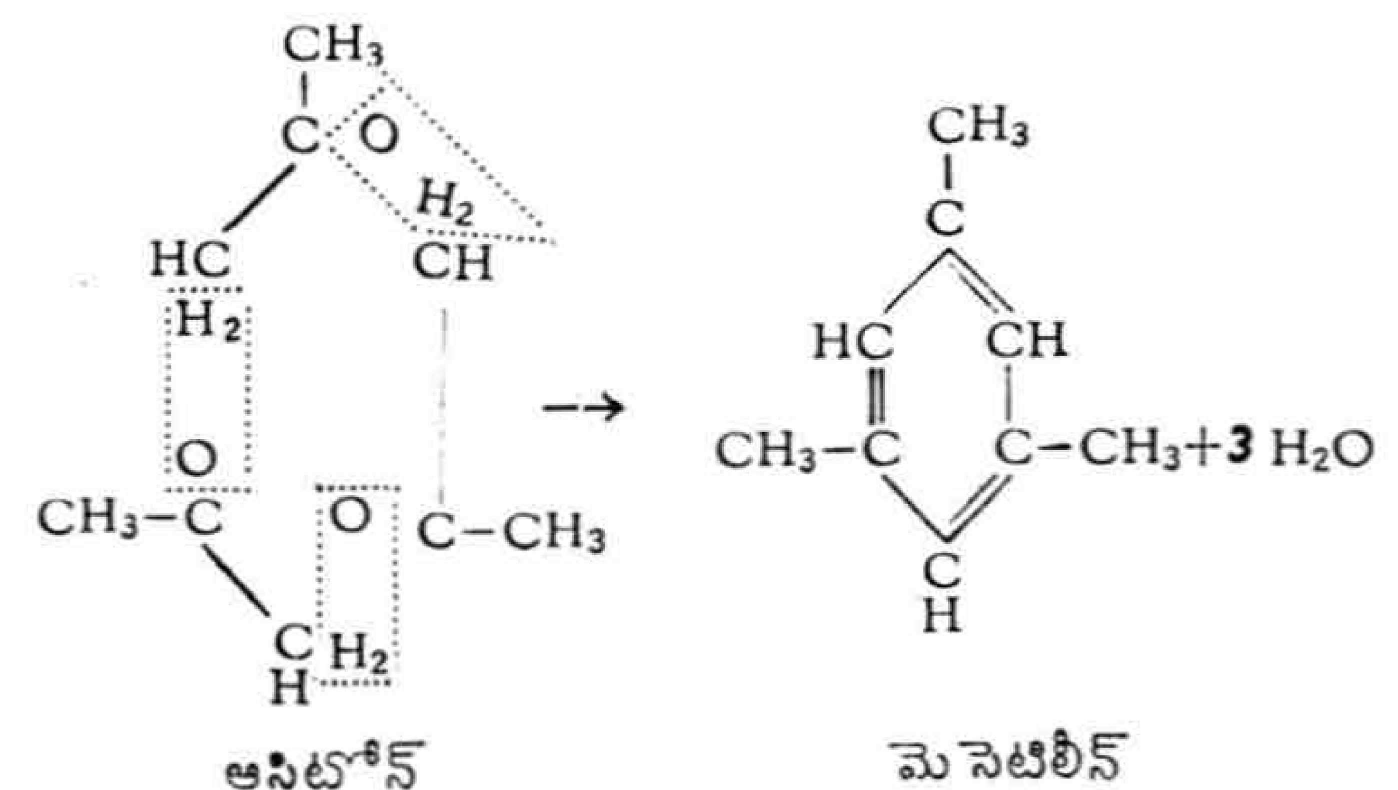
ఆసిటోన్ తయారుచేయుటకు నవీనపారిశ్రామిక విధానము రూపొందింపబడినది. నీటియావిరి, ఆసిటిలీన్ వాయుమిశ్రమును 400°C వరకు వేడిచేసి జింకుఆక్సైడ్ అను ప్రేరకముపై పంపుటవలన ఆసిటోన్ తయారగును.



$$2\ C_2H_2 + 3\ H_2O \longrightarrow CH_3 \cdot CO \cdot CH_3 + CO_2 + 2H_2$$

**ధర్మములు :** మంచివాసన గలిగిన ద్రవద్రవ్యము (క్వథనాంకము = 5°C); నీటిలో, ఆల్కహాల్‌లో, ఈతర్‌లో కరుగును. వ్యాపారస్థులు ద్రావముగా దీనిని అమ్ముదురు.

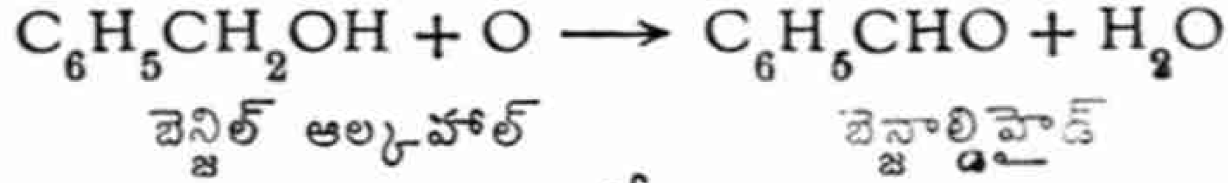
ఆల్డిహైడ్‌లవలె కీటోన్‌ల బహుఅణుకయౌగికములను ఈయవని చెప్పియుంటిమి. కాని ఆ కీటోన్‌లయొక్క రెండుగాని, మూడుగాని అణువులుచేరి ఒకటి, రెండు మూడు అణువుల నీటిని విసర్జించి సంహతయౌగికములు ఏర్పడును. అట్టి యౌగికములలో మూడు అణువులు ఆసిటోన్‌కలసి గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున మూడు జలాణువులను విసర్జించినపుడు ఏర్పడుమెసిటిలీన్ అను వలయయౌగికము చాలముఖ్యమైనది:




ఆసిటోన్ మెసిటిలీన్

వి. ఎల్. ఎమ్.

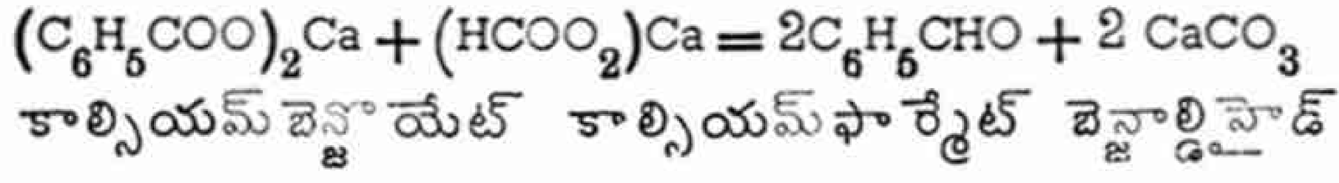
**ఆరొమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లు :** ఆలిఫాటిక్ వాటిని తయారుచేసిన ప్రక్రియలనే ఉపయోగించి ఆరొమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లను తయారు చేయవచ్చును.



$$C_6H_5CH_2OH + O \longrightarrow C_6H_5CHO + H_2O$$

బెన్జిల్ ఆల్కహాల్ — బెన్జాల్డిహైడ్

లేదా

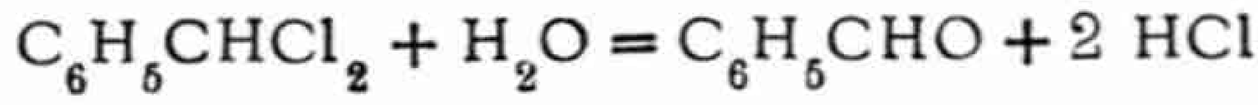


$$(C_6H_5COO)_2Ca + (HCOO_2)Ca = 2C_6H_5CHO + 2\,CaCO_3$$

కాల్సియమ్ బెన్జొయేట్ — కాల్సియమ్ ఫార్మేట్ — బెన్జాల్డిహైడ్

చాల విషయములలో ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లు అలిఫాటిక్ వాటిని పోలియుండును. కొన్ని గుణములలో భేదముకూడ కన్పట్టును. ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లలో ముఖ్యమైనది.

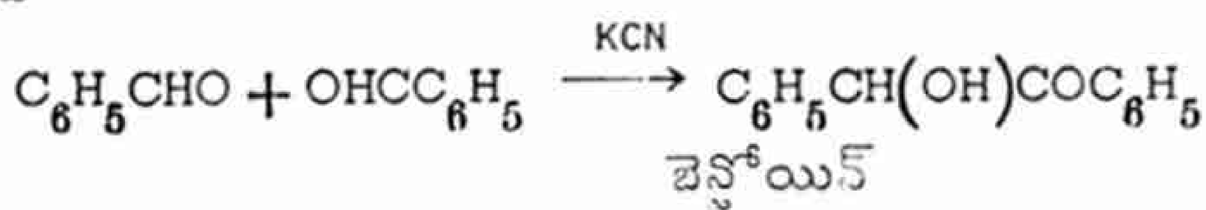
బెన్జాల్డిహైడ్ : ఇది చేదుబాదంపిక్కలలోనుండు ఎమిగ్డాలిన్ అను యౌగికమునుండి లభ్యమగుటచే దీనికి చేదుబాదమునూనె అని పేరు. వ్యాపారరీత్యా దీనిని బెన్జాల్ క్లోరైడ్ పై క్షారద్రావణము యొక్క లేదా సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క లేదా నీటియొక్క చర్యవలన తయారు చేయుదురు :



$$C_6H_5CHCl_2 + H_2O = C_6H_5CHO + 2\ HCl$$

ఇది రంగులేని ద్రవము. (క్వథనాంకము 179° C) దీనికొక విశిష్టమైనవాసన గలదు.

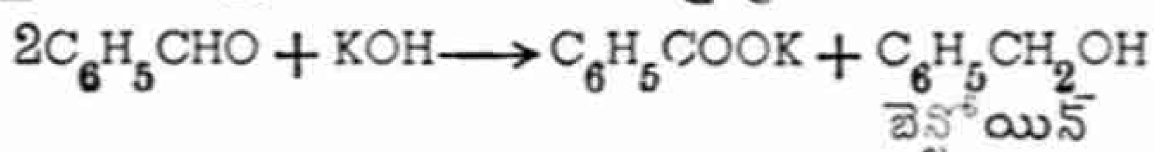
రాసాయనిక ధర్మములలో మిగిలిన ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లవలె బెన్జాల్డిహైడ్ అలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లను చాలపోలియున్నది. వాటివలెనే ఇదికూడ ఆక్సీమ్ [$C_6H_5CH = NOH$ (బెన్జాల్డాక్సీమ్)]ను, ఫీనిల్ హైడ్రోజోన్ ($C_6H_5CH = NNHC_6H_5$)ను, సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ సంకలితయౌగికము [$C_6H_5CH\ (OH)\ SO_3Na$]ను ఇచ్చును. కాని పొటాసియమ్ సైనైడ్‌తో బెన్జోయిన్ అను సంహత యౌగికము నిచ్చును :



$$C_6H_5CHO + OHCC_6H_5 \xrightarrow{KCN} C_6H_5CH(OH)COC_6H_5$$

బెన్జోయిన్

అలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లలో కానిజారో ప్రక్రియ మొదటి రెండు (ఫార్మాల్డిహైడ్, అసిటాల్డిహైడ్) ఆల్డిహైడ్‌ల విషయమై తారసిల్లగా సామాన్యముగా ఆరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్ లన్నియు కానిజారో ప్రక్రియను చూపును :

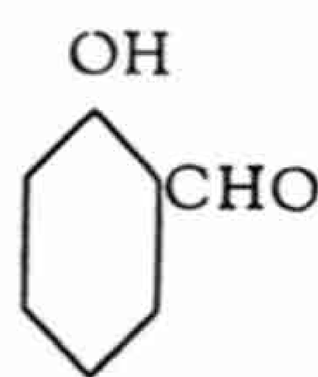


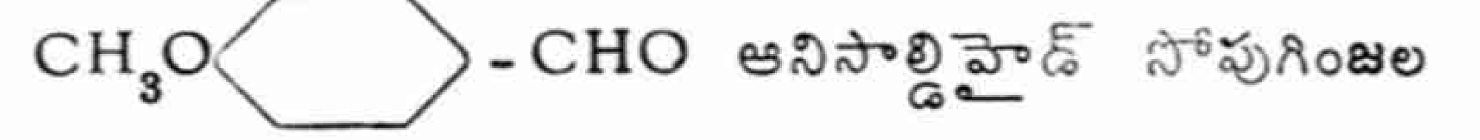
$$2C_6H_5CHO + KOH \longrightarrow C_6H_5COOK + C_6H_5CH_2OH$$

బెన్జోయిన్

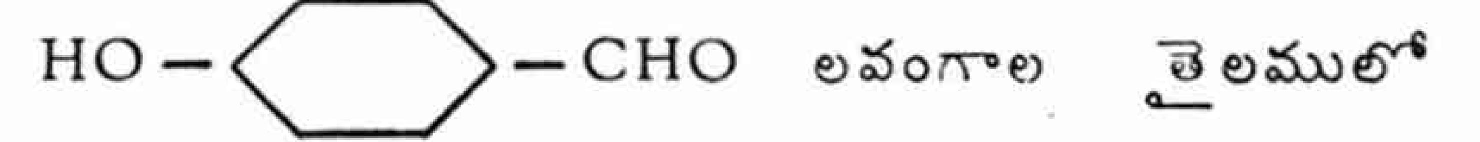
ఫీనోల్‌లతోను, టెర్షియరీ ఆరోమాటిక్ ఎమీన్‌లతోను బెన్జాల్డిహైడ్ సంహతమై ట్రైఫీనిల్ మీతేన్ రంగుల నిచ్చును. ఈ గుణముచే బెన్జాల్డిహైడ్ యొక్క పారిశ్రామిక మహత్త్వము అమితముగా పెరిగినది.

సాలిసిల్ ఆల్డిహైడ్ సువాసనగల తైలమువంటి ద్రవము - కూమరిన్ మొదలగు వర్ణద్రవ్యముల తయారుచేయుటకిది ముడిద్రవ్యముగా అచరించుచున్నది.



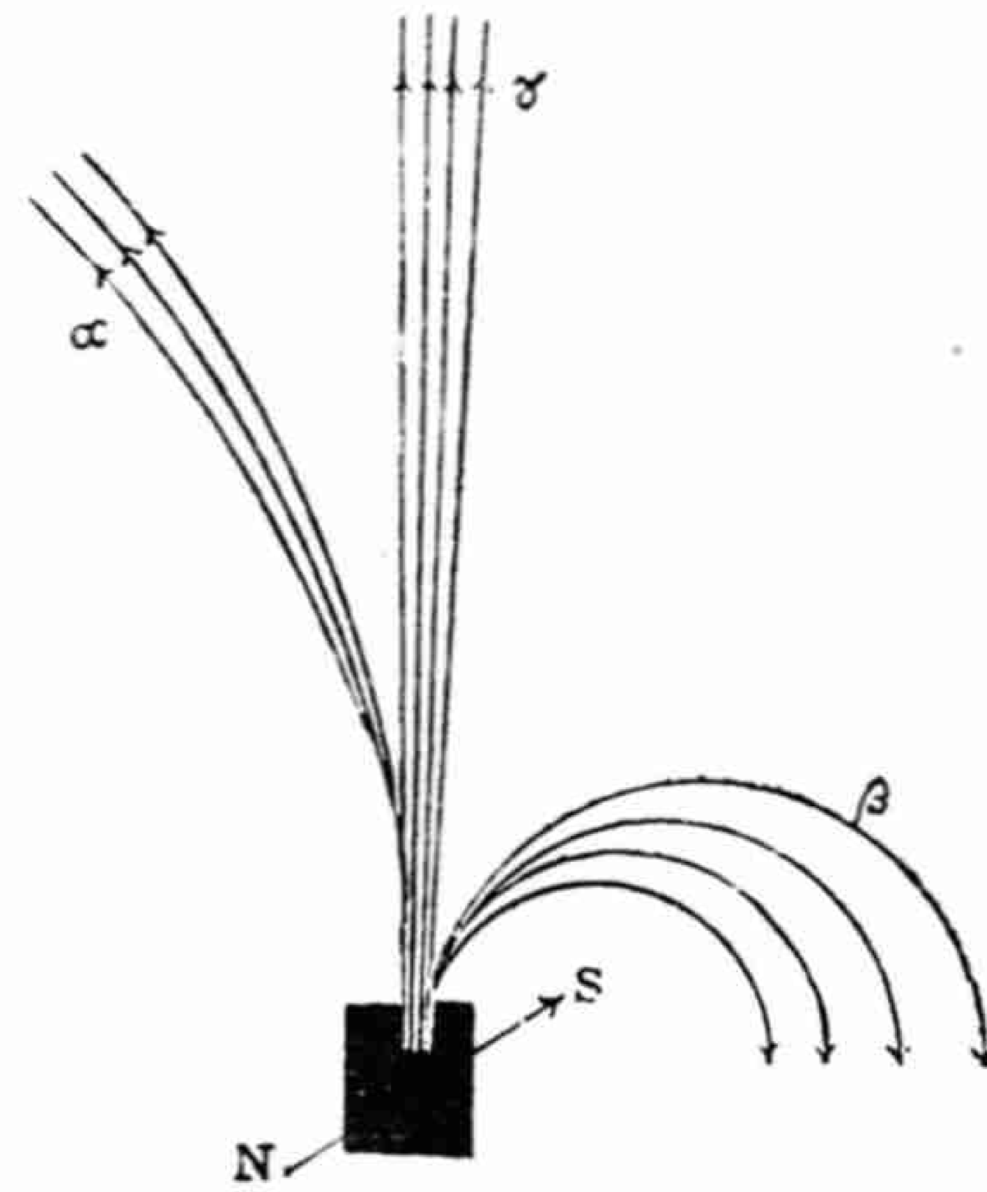




అనిసాల్డిహైడ్ సోపుగింజల నూనెలో నుండును. దీనిని అత్తరువుల తయారుచేయుటలో ఉపయోగింతురు. సువాసనద్రవ్యముగా మిక్కిలి ఉపయోగములలోనున్న ఆల్డిహైడ్ 'వానిలిన్' అనునది. ఇది వానిల్లా గింజలలోనుండును.




లవంగాల తైలములో నుండు యూజనాల్ అను యౌగికమునుండి దీనిని పారిశ్రామికముగా తయారుచేయు చున్నారు. ఇది ఐస్‌క్రీమ్‌లకు వాసనద్రవ్యముగా ఉపయోగపడు చున్నది. సి.వి.సు.

**అల్ఫాకణములు :** రేడియో ధార్మికస్వభావము గల రేడియమ్ విసర్జించు β, γ - కిరణములతోపాటు γ కిరణములును బయలు పడినవి. కిరణములు మూడు రకము లున్నట్లు అయస్కాంత క్షేత్రములో వాటి భిన్న ప్రవర్తనలవలన తెలిసినది. తక్కువ వంపు చూపునవి. α-కిరణములు ఎక్కువ వంపు చూపినవి : β కిరణములు ; వంపుచూపనివి : γ - కిరణములు.




అయస్కాంత క్షేత్రములో వంపుచూపు రేడియోధార్మిక కిరణములు

రేడియమ్‌ధాతువు యొక్క భాసన గుణము α - కిరణములవలన కలిగినదియే. ఈ కిరణములను ముఖ్యముగా పరిశీలించినవాడు రూతర్‌ఫర్డు. రేడియమ్ ఉద్గారమును పల్చనిగోడలు కల గాజుగొట్టములో బంధించినప్పుడు అది క్రమముగా గోడలద్వారా పైనున్న మరియొక వాయురిక్తమైన గొట్టములోనికి ప్రవేశించును. ఇందులో అదివరకే ఇమిడ్చిన విద్యుదగ్రములద్వారా విద్యుదుత్సర్గమును పంపించి ఆగొట్టమందు ఉద్భవించు కాంతిని వర్ణవిశ్లేషణదర్శకముద్వారా చూచిన, హీలియమ్‌వర్ణమాల ప్రత్యక్షమైనది. అందువలన ఈ α - కిరణములు హీలియమ్‌పరమాణువులని తేలినది. α - కిరణముల $\frac{e}{m}$ (ఆవేశద్రవ్యరాశి

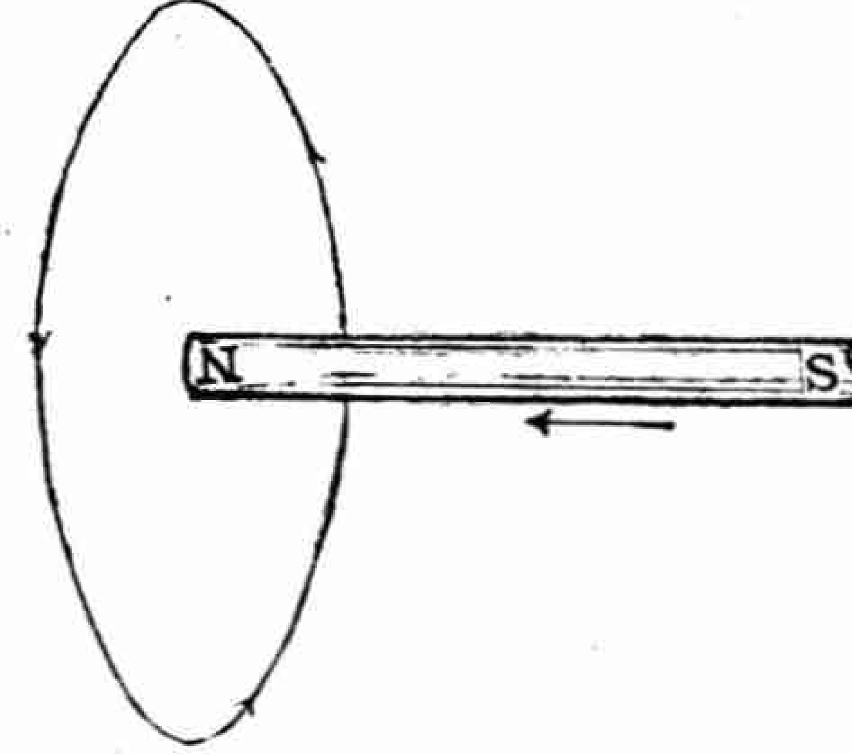
నిష్పత్తి) $\frac{4.82 \times 10^4 \text{ కూలామ్‌లు}}{\text{గ్రాము}}$ అని ప్రాయోగికముగా రుజువైనది. ఆవేశమును సాక్షాత్తుగా నిర్ణయించుటవలన $\alpha$-కణపు ద్రవ్యరాశి నాలుగు అని తెలిసినది. అందువలన $\alpha$-కిరణములు కణములని వెల్లడి అయినది. వీటి ద్రవ్యరాశి నాలుగు; ఆవేశము రెండు; చాల అధికమైన భారముగల కణములగుటచే, ఇవి పరమాణువులను డీకొనినపుడు పైనున్న ఎలక్ట్రాన్ ప్రావరణములను సులభముగా ఛేదించుకొని లోపలనున్న కేంద్రకమును తాకగలవు. ఇట్టి ప్రయోగములవలన లబ్ధమైన ఫలితములవలననే రూతర్‌ఫర్డు కేంద్రకపరమాణుప్రతికృతిని స్థాపించగలిగెను. ఆల్ఫా కణములు ఒక రేడియమ్‌నుండియే కాక అనేక రేడియోధార్మికద్రవ్యములనుండి ఉద్భవించును. వేరువేరు ధాతువుల నుండి జనించు ఆల్ఫాకణములకు వేరువేరు గతివేగము లుండును. రేడియమ్‌నుండి ఉత్పన్నమగువాటికి సెకనుకు $2 \times 10^9$ సెంటీమీటరుల వేగము కలదు. అనగా, కాంతి వేగములో 15 వ వంతు వేగమును ఈకణములు చూపగలవు. $\alpha$-కణములు వాయువుల గుండా దూసికొని పోవునపుడు $\alpha$-కణముల అఘాతములకు, అణువునకు ఒక్కొక్కటి చొప్పున వాయు అణువులు ఎలక్ట్రాన్లను కోల్పోయి అయన్‌లుగా మారును. $\alpha$-కణములు ఛాయాచిత్రఫలకమునందు కూడ మార్పును కలుగజేయగలవు.

**ఆల్ఫాకణముల ఉత్పత్తి** : పరమాణు కేంద్రక విచ్ఛేదనమువలన $\alpha$-కణములు పుట్టుచున్నవి. కేంద్రకములోపల $\alpha$-కణములు సిద్ధముగా ఉండవు. కేంద్రకమందున్నవి న్యూట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లు. కేంద్రకము విచ్ఛిన్నమగు ప్రక్రియలో విడివడిన రెండు న్యూట్రాన్‌లు, రెండు ప్రోటాన్‌లు తిరిగి సంయోగించి ఆల్ఫాకణములుగా ఏర్పడును.

మే. వ. న.

**ఆవర్తననియమము** : చూ. పు. 95.

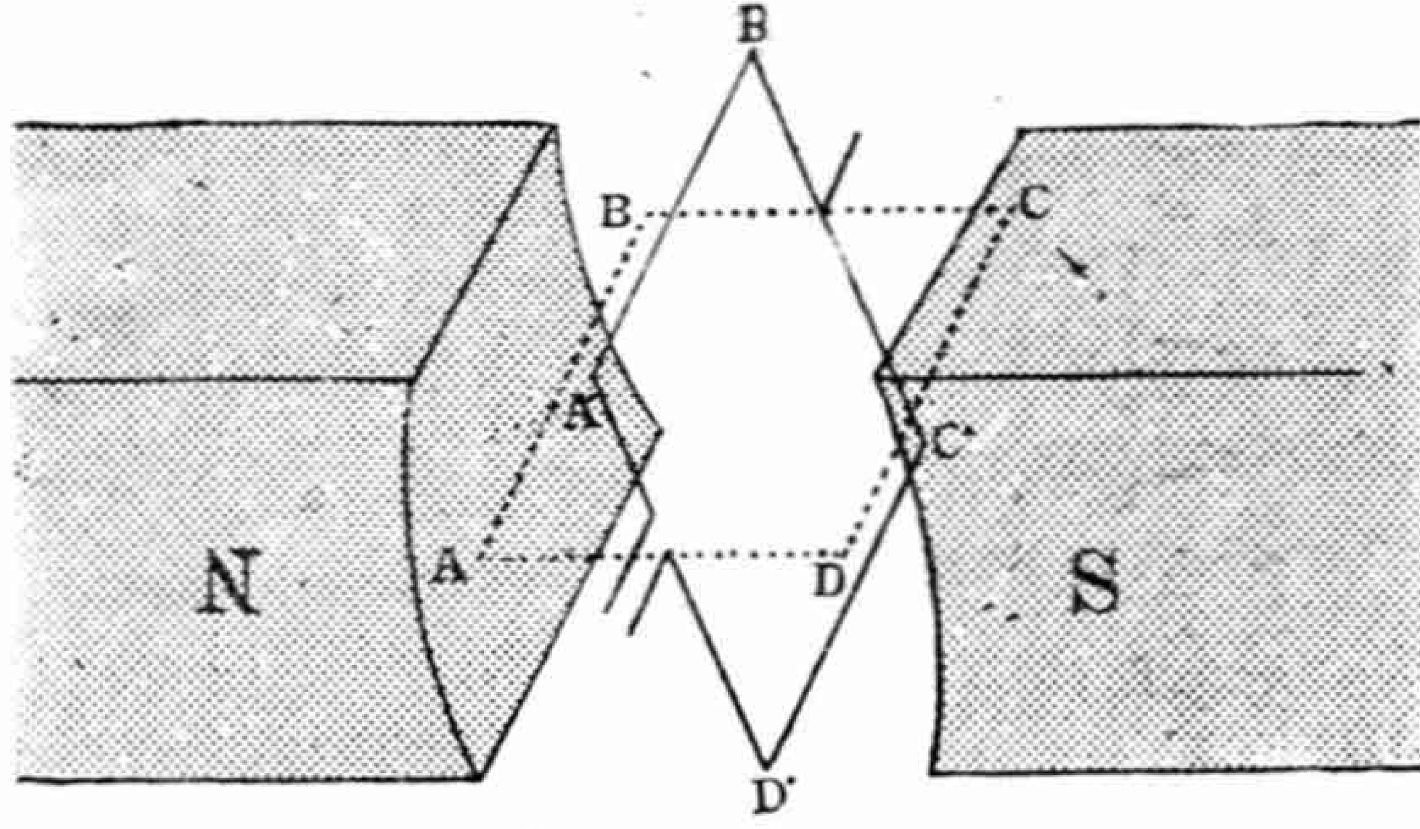
**ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము** : దీనినే ఎ. సి. విద్యుత్ అని కూడ అందురు. ఒక తీగవలయము లోనికి ఒక శలాకాయస్కాంతమును చట్టున చొరనిచ్చిన తీగలో నొక విద్యుత్‌ప్రవాహము గోచరించును. అయస్కాంతము కదలుచున్నంతసేపు ప్రవాహము ప్రత్యక్షమగును. అయస్కాంతము నిశ్చలముగా నున్న ప్రవాహము కనుపించదు. ఈ సంఘటనను కనుగొన్నవాడు ఫారడే. ఈ ఆవిష్కరణ విద్యుజ్జనకయంత్రములకు బీజము. చాలసరళమైన విద్యుజ్జనకపరికరము క్రిందిచిత్రములో చూపబడినది.




నిశ్చలముగానున్న అయస్కాంతపు భుజముల మధ్య ఒక తీగచుట్ట భ్రమించునట్లు అమర్చబడినది. తీగచుట్ట రెండుకొనలను రెండు గొట్టములను వేరువేరుగా తాకునట్లు అమర్చబడినవి. ఈ గొట్టములమధ్య విద్యుత్ వలయములో ఒక విద్యుత్ దీపము అమర్చియున్నది. తీగచుట్ట అయస్కాంత భుజముల మధ్య తిరుగునపుడు ఒక అర్ధవర్తుల మది పూర్తి చేయు కాలమందు దీపపుతీగద్వారా ఒక దిక్కులో విద్యుత్తు ప్రవహించును. రెండవ అర్ధవర్తులము పూర్తియగు కాలములో విద్యుత్తు విరుద్ధదిశలో ప్రవహించును. ఒక మారు ఒక దిశను, రెండవ మారు విరుద్ధదిశను ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము అని పేరు. ఇట్టి విద్యుజ్జనకమునకు ఆవర్తివిద్యుజ్జనక మని పేరు. వ్యాపారముకొఱకు తయారగు జనకములలో తీగచుట్టలసమూహము ఉండును. ఈ సమూహమునకు ఆర్మేచర్ అని పేరు. శాశ్వతాయస్కాంతమునకు బదులు, విద్యుత్‌అయస్కాంతములను వాడుదురు. విద్యుజ్జనకము లెప్పుడును ఆవర్తివిద్యుత్తునే పుట్టించును. ఏకముఖముగా ప్రవహించువిద్యుత్తు అనగా, ఋజువిద్యుత్తు కావలెననిన జనకమునుండి ఉత్పన్నమగు ఆవర్తివిద్యుత్తును కామ్యుటేటర్ (పరివర్తకము) అను పరికరమును ఉపయోగించి ఋజువిద్యుత్తుగా మార్చుకొనవలయును.

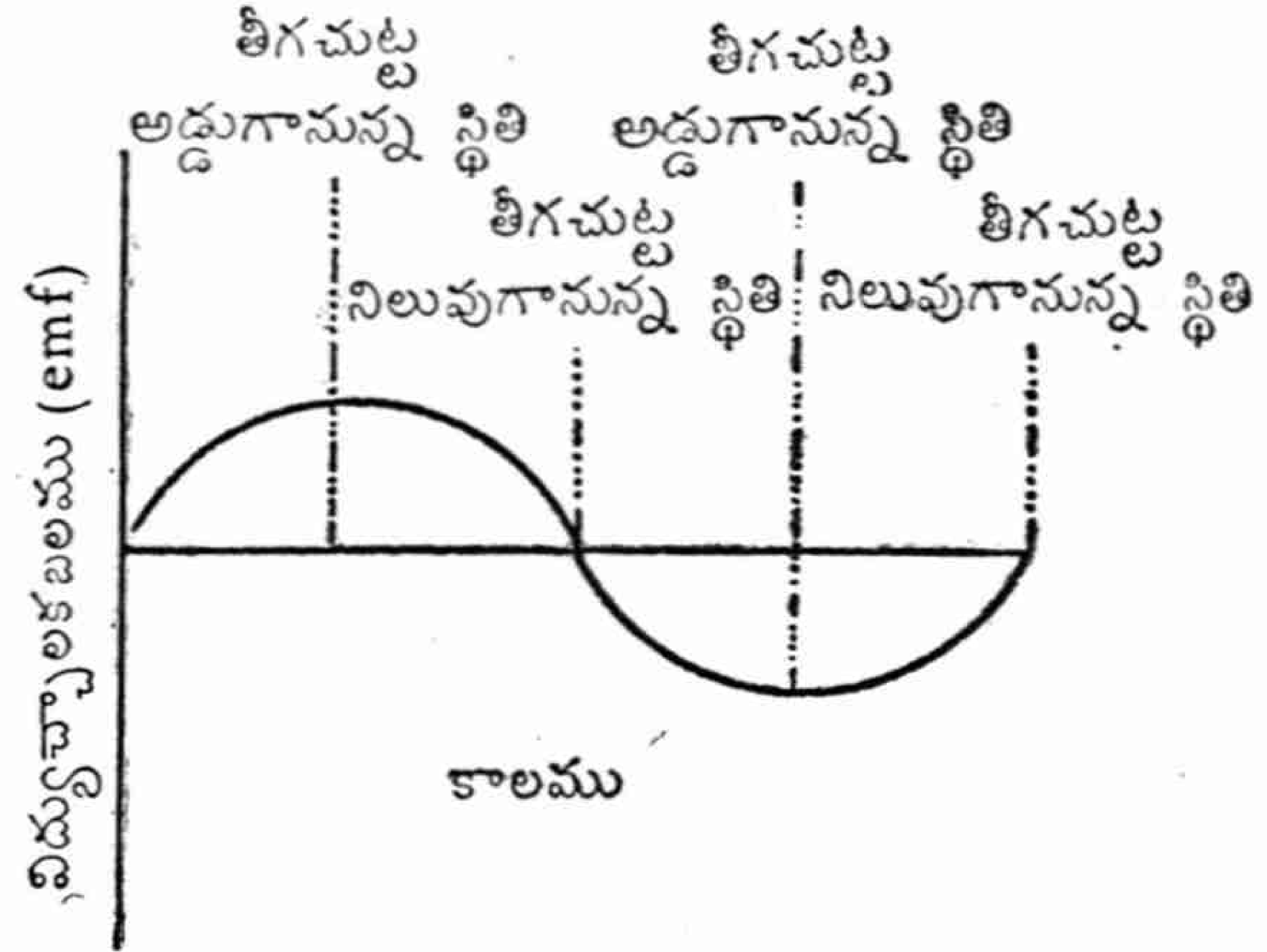
**ఆవర్తివిద్యుత్తు జనించు క్రమము**: అయస్కాంతపు భుజముల మధ్యనున్న అయస్కాంత క్షేత్రములో తిరుగు తీగచుట్టలో ఆవర్తివిద్యుత్తు జనించునని చెప్పియుంటిమి. ABCD అను తీగవలయము అయస్కాంతపు దౌడలమధ్య తిరుగునప్పుడు వలయము నిలువుగానున్న స్థితినుండి

ఎడమ వైపుకు అనగా, గడియారపుముల్లు తిరుగుదిశకు విరుద్ధదిశలో తిరుగుచున్నదనుకొందము. అయస్కాంత క్షేత్రము N నుండి S దిక్కుగా వ్యాపించియున్నది కాబట్టి, ఎడమ వైపుకు క్రిందికి దిగుచున్న AB అను తీగముక్కలో




మొదటి అర్ధవర్తులభ్రమణ కాలభాగమున B నుండి A వైపు విద్యుత్తు ప్రవహించును (చూ. పు. 164). ఈ నిష్కర్ష ఆంపియర్ నియమమునుండి సాధితమైనది. అదే కాలములో కుడి వైపుకు DC అను పైకి లేచుచున్న ముక్కలో విద్యుత్ ప్రవాహము D నుండి C కి జరుగును. అందుచే ఈ అర్ధవర్తుల భ్రమణమందు DCBA దిశలో విద్యుత్తు ప్రవహించును. వలయము రెండవ అర్ధవర్తులము తిరిగినపుడు S ధ్రువమున కెదురుగా AB పైకిని, N ధ్రువమున కెదురుగా DC క్రిందికిని చలించును. ఈ రెండవ అర్ధవర్తుల భ్రమణకాలమున ప్రవాహదిశ ABCD యగును. ఇట్లు ప్రతి సంపూర్ణ ఆవృత్తి యందును ప్రవాహదిశ రెండుసార్లు మారును.

వలయము తిరుగు కాలములో అందు ప్రరోచితమైన విద్యుచ్ఛాలకబలము స్థిరముగా ఉండదు. ఏలన ప్రరోచిత విద్యుచ్ఛాలకబలము అయస్కాంత క్షేత్రములో వ్యాపించియున్న బల రేఖలను వలయము ఛేదించు రేటును పట్టియుండును. తిరుగుచూ వలయము నిలువుగానున్న దశలో, AB, CD అను వలయభాగములు క్షేత్రమునకు సమానాంతరముగా చలించుచుండును. ఈ స్థితిలో బల రేఖలు ఛేదించబడుటకు వీలు లేదు. అందువలన ప్రరోచిత విద్యుచ్ఛాలక బలము సున్న. వలయము తిరుగుకొద్ది రేఖలు ఛేదించబడు రేటు ఎక్కువయగుచుండును. వలయతలము క్షితిజ సమానాంతరముగా ఉన్న సమయమున వలయభాగములు AB, DC లు క్షేత్ర రేఖలకు లంబముగా చలించును. అందువలన రేఖలను ఛేదించు రేటు ఎక్కువగును. తత్ఫలితముగా విద్యుచ్ఛాలకబలము ఎక్కువగుచు వలయపు క్షితిజసమానాంతర స్థితిలో విద్యుచ్ఛాలకబలము గరిష్ఠమూల్యమును స్వీకరించును. అక్కడినుండి తిరిగి మరల ఊర్ధ్వస్థితికి వలయము వచ్చినపుడు విద్యుచ్ఛాలక బలము శూన్యమును చేరును. ఒక పూర్ణావృత్తి కాలములో విద్యుచ్ఛాలకబలము ఎట్లు మారునో క్రింది చిత్రము చూపుచున్నది :




విద్యుజ్జనకమునందు కాలముతో విద్యుచ్ఛాలకబలము యొక్క మారుచున్న పరిమాణమును తెలుపు రేఖ

ఏకరూప అయస్కాంత క్షేత్రమందు విద్యుచ్ఛాలక బలము హెచ్చుతగ్గులు పై చిత్రములో కననగును.

ఇట్లు విద్యుచ్ఛాలకబలము ఒక ద్రవ్యమున ఋణఋణము మారుచు, ఒకప్పుడు గరిష్ఠమూల్యమును, ఒకప్పుడు శూన్యమూల్యమును గ్రహించుచుండుటచే దానిననుసరించు ప్రవాహతీక్ష్ణతకూడ మారుచుండును. అందువలననే దీనికి ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమను నామము సార్థకము.

మే. వ. స.

**అవాగాడ్రో, కౌంట్ ఏమదేవ్ (1776-1856):** ఇటలీ దేశపు భౌతిక విజ్ఞాని. 1809లో వెర్సెల్లీ విద్యాలయమందు భౌతిక శాస్త్రోపాధ్యాయుడుగాను, 1820లో ట్యూరిన్ విద్యాలయమందు గణిత శాస్త్రోపాధ్యాయుడుగాను పని చేసెను. తన నామముతో ప్రచారములోనున్న కల్పనను 1811 లో ప్రచురించెను. ఈ కల్పన పరమాణు, అణు సిద్ధాంతములకు ప్రాణము. నెర్న్‌స్ట్, తాను రచించిన గ్రంథమునకు అవాగాడ్రో కల్పన దృక్పథమునుండి రచించబడిన భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము అని పేరిడుటలో ఈ కల్పన ప్రాముఖ్యము మనకు తెల్లమగుచున్నది.

మే. వ. స.

**ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి $\left(\frac{e}{m}\right)$:** ప్రతి ఆవిష్టద్రవ్యకణమునకును ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి ఒక విశేషలక్షణము. అనగా, ప్రతి ఆవిష్టకణమునకు ఈ నిష్పత్తి ప్రత్యేకముగా నుండును. ఈ నిష్పత్తిచే ఆ ఆవిష్టకణ స్వభావమును నిరూపించుటకు వీలగును.

ఏదైన విలీన ఖనిజామ్ల ద్రావణములో హైడ్రోజన్ అయన్‌లు పెల్లుగా నుండును. అట్టి ద్రావణమందు బ్యాటరీ ధనబుణాగ్రములను ముంచినపుడు ఆమ్లము విద్యుత్‌విశ్లేషితమై హైడ్రోజన్ అయన్‌ను బుణాగ్రముపై చేరి వాటి ధనావేశములను బుణాగ్రమునకు సమర్పించి అనావిష్ట లేదా తటస్థ హైడ్రోజన్ పరమాణువులుగా మారును. బ్యాటరీ బుణాగ్రముపై విడివడిన ప్రతిగ్రాము హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశికిని 96,494 కూలామ్‌ల విద్యుద్రాశి ద్రావణము గుండ ప్రవహించవలెను. ఈనిష్కర్ష ఫారడే విద్యుత్‌విశ్లేషణ నియమములో మొదటిదానినుండి సాధితము. అందువలన హైడ్రోజన్ అయన్ విషయములో 1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిని అనుసరించు విద్యుద్రాశి 96,494 కూలామ్‌లు. ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశిలో ఎన్ని హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవో లెక్కగట్ట గలిగినచో ఒక హైడ్రోజన్ అయన్‌పై నున్న ఆవేశమును గణించవచ్చును.

అవాగాడ్రో కల్పన ప్రకారము, వాయుస్థితిలోనున్న ఏ ద్రవ్యపు అణుభారమందైనను ఒకే నియతసంఖ్య అణువులు ఉండును. ఈ సంఖ్యకు అవాగాడ్రో సంఖ్య అని పేరు. అనేక ప్రకారముల నిర్ణయించగా లబ్ధమైన దీని సగటు మూల్యము $6.06 \times 10^{23}$. హైడ్రోజన్ అణుభారము 2 గ్రాములు. ఈ రెండు గ్రాములలో హైడ్రోజన్ $6.06 \times 10^{23}$ హైడ్రోజన్ అణువులు ఉన్నవి. ప్రతి హైడ్రోజన్ అణువునందును రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. అందువలన రెండు గ్రాముల హైడ్రోజన్‌లో $2 \times 6.06 \times 10^{23}$ హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. అనగా, ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్‌లో $6.06 \times 10^{23}$ పరమాణువులు ఉన్నవి. ఫారడే నియమము ప్రకారము అయన్‌లుగా నున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు లన్నిటిమీద నున్న మొత్తపు విద్యుదావేశము 96,494కూలామ్‌లు. కనుక, ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు అయన్‌గా నున్నపుడు స్వీకరించు ధనావేశము $\frac{96,494}{6.06 \times 10^{23}}$కు సమానము. 1 గ్రాము హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశిలో $6.06 \times 10^{23}$ పరమాణువులు ఉన్నవి గనుక ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు భారము $\frac{1}{6.06 \times 10^{23}}$కు సమానము.

హైడ్రోజన్ అయన్ ద్రవ్యరాశికి, హైడ్రోజన్ పరమాణువు ద్రవ్య రాశికి భేదము ఏమియును లేదు. కనుక, హైడ్రోజన్ అయన్ విషయములో ఆవేశ ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి $\frac{e}{m_H} = \frac{96,494}{6.06 \times 10^{23}} \Big/ \frac{1}{6.06 \times 10^{23}} = 96,494$ కూలామ్‌లు.

10 కూలామ్‌లు ఒక ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్‌నకు సమానము గనుక, $\frac{e}{m_H} = 9649.4$ ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్‌లు. ఎలక్ట్రోమాగ్నెటిక్ యూనిట్‌లను కాంతి వేగము ($2.998 \times 10^{10}$ సె. మీ. సెకనుకు)తో గుణించిన ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్‌లు సిద్ధించును గనుక,

$\frac{e}{m_H} = 9.649.4 \times 2.998 \times 10^{10} = 2.871 \times 10^{14}$ ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్‌లు.

ద్రవ్యరచనానుశీలనలో అనేక విధములగు ఆవిష్ట కణములు మనకు తారసిల్లును; ఎలక్ట్రాన్‌లు, పోజిట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లు, $\alpha$ - కణములు, డోయిటరాన్‌లు, మొదలైనవి. వీటి అన్నిటి ప్రత్యేకతను వాటికిగల $\frac{e}{m}$ నిష్పత్తి తెలియ చేయును.

ఈ నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకు సామాన్యపద్ధతి ఒకటి కలదు. హైడ్రోజన్ పక్షములో నిష్పత్తి పదములైన e,mలను వేరువేరుగా నిర్ణయించి నిష్పత్తిని తేల్చితిమి. ప్రస్తుతపద్ధతిలో నిష్పత్తియే సాక్షాత్తుగా సిద్ధించును, దానికగు పద్ధతి తామ్సన్‌చే వివరించబడినది. ఆవిష్టకణముస్థిర విద్యుత్ క్షేత్రమందు, క్షేత్రబలమునకు అనుగుణమగు చలన శక్తిని గ్రహించును. V వోల్టులశక్మ వ్యత్యాసముగల క్షేత్రములో, e ఆవేశమును మోయుచున్న కణము $e \times V$ శక్తిఅతిశయమును స్వీకరించును. చలనములో నున్న కణముయొక్క చలనశక్తి $\frac{1}{2}mv^2$ అగును. (ఇచ్చట m కణద్రవ్యరాశి, v దానివేగము). కణము స్వీకరించిన శక్తిఅతిశయము Ve, దానిచలనశక్తికి సమానము.

$$\frac{1}{2}mv^2 = Ve \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ఇదిగాక X యూనిట్‌ల బలముగల విద్యుత్ క్షేత్రము e ఆవేశముగలకణముపై Xe కి సమమగుబలమును నెరపును. ఈ బలప్రభావముచే కణమార్గమందు వంపు గోచరించును. అయస్కాంత క్షేత్రము నొకదానిని ఉచితవిధమున ఆ కణముపై ఆరోపించుటచేత కణము స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రమందు పడసినవంపును సరిచేయవచ్చును. అనగా అయస్కాంత క్షేత్రబలకార్యము స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రబల కార్యమునకు సమానమన్నమాట. H యూనిట్‌ల బలముగల అయస్కాంత క్షేత్రము e ఆవేశముగల కణముపై నెరపుబలము Hev (ఇచ్చట vకణముయొక్క వేగము). ఇప్పుడు అయస్కాంత, స్థిర విద్యుత్ క్షేత్రబలములను సమీకరించినవచ్చు సమీకరణము:

$$Hev = Xe \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\therefore v = \frac{X}{H} \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

మూడవ సమీకరణము వలన సిద్ధించిన 'v' మూల్యమును 1 వ సమీకరణములో జొన్పిన $\frac{e}{m}$ మూల్యము సిద్ధించును:

$$Ve = \frac{1}{2}mv^2 \text{ లేదా, } \frac{e}{m} = \frac{1}{2}\frac{v^2}{V}$$

$$\text{కాని } v = \frac{X}{H}; \therefore \frac{e}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I}{V} \cdot \frac{X^2}{H^2}$$

ఈ సమీకరణమందు కుడివైపున ఉన్న పదములోని రాశులన్నియు ప్రయోగలభ్యములు. కనుక $\frac{e}{m}$ నిష్పత్తి సిద్ధించినది. మే. వ. న.

**అసిటాల్డిహైడ్:** చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు పు.195.

**అసిటోన్:** చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు పు. 195.

**అసిడ్‌లు:** చూ. ఆమ్లములు, లవణాధారములు పు. 172.

**అస్టన్, ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ (1877 - 1945):** బర్మింగ్‌హామ్, కేంబ్రిడ్జ్ యూనివర్శిటీలలో విద్యనుపూర్తి చేసి 1920 లో ట్రినిటీ కాలేజి సభ్యుడుగాను, 1921 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడుగాను ఎన్నుకొనబడెను. 1935 లో అంతర్జాతీయ పరమాణుసంఘమునకు అధ్యక్షుడుగా ఆచరించెను.

సమస్థానీయము (ఐసోటోపు)లపై ఈయన కావించిన మహత్తర పరిశోధనలకై 1922 లో నోబెల్ రాసాయనిక శాస్త్రబహుమాన మీయన కీయబడెను. మొ. హ. రా.

**అస్మియమ్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 76; సాంకేతికము: Os; పరమాణు భారము 190·2, మూలద్రవ్యము లన్నిటిలోను అత్యధిక విశిష్ట గురుత్వము కలది 22·47 (20° C వద్ద); అస్మియమ్ ప్రకృతిలో అరుదుగా లభించును. పారిశ్రామికంగా అస్మియమ్‌ను హైడ్రోజనీకరణములోను, పెన్ను పాళీలు తయారుచేయుటకును ఉపయోగింతురు. * * *

**ఇండియమ్:** రాసాయనికధాతు మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 49; సంకేతము In; పరమాణుభారము 114·82; ద్రవాంకము 156·4°C; క్వథనాంకము 2000°C పైన; విశిష్టగురుత్వము 7·31 (20°C వద్ద). వర్ణమాలదర్శకముద్వారా ఆవిష్కరించబడిన మూలద్రవ్యములలో ఇండియమ్ ఒకటి. ఇది కూడ జింకుబ్లెండ్ ఖనిజములోనే దొరుకును. సీసముకన్న మెత్తగా, తెల్లగా ఉండు ధాతువు; గాలిలోమారదు. హైడ్రోక్లోరిక్, నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లలో కరుగును. క్షారములలో చలించదు. క్లోరీన్ తోను, గంధకముతోను ప్రత్యక్షముగా సంయోగించును. ఇండియమ్‌ధాతువును ఇరుసులపై సన్నని పొరగా వాడుక చేయుదురు.

యౌగికములు - అక్సైడ్‌లు: ఇండియమ్ మోనాక్సైడ్ (InO) నల్లటిచూర్ణము. గాలిలో మండిపోయి ఇండియమ్ ఆక్సైడ్ ($In_2O_3$) అగును.

ఇండియమ్ ఆక్సైడ్ ($In_2O_3$): ఇండియమ్ గాలిలో మండుటచే ఏర్పడును. చిన్న పసుపురంగుగల చూర్ణము. దీనిని 850° C కు కాల్చిన ట్రైఇండియమ్ టెట్రాక్సైడ్ ($In_3O_4$) ఏర్పడును.

క్లోరైడ్‌లు: ఇండియమ్ మోనోక్లోరైడ్ (InCl) ముదురు ఎరుపురంగుగల స్ఫటికములు. ఇండియమ్‌డైక్లోరైడ్ ($InCl_2$)- తెల్లటి స్ఫటికములు. ఇండియమ్‌ట్రైక్లోరైడ్ ($InCl_3$)- తెల్లటి స్ఫటికములు.

ఇండియమ్ లవణములు బున్‌సెన్‌జ్వాలకు నీలిరంగును కలుగజేయును. అందుచే ఈ ధాతువునకు ఇండియమ్ (= నీలిరంగుగలది) అనిపేరు వచ్చినది. (చూ. అల్యూమినియము వర్గము - పు. 159). మే. వ. న.

**ఇంధనములు:** గాలిలో మండి వేడినిచ్చు రాసాయనిక ద్రవ్యములకు ఇంధనములని పేరు. మానవునకు వేడివలన ఉపయోగము లెక్కువ. శీతల ప్రదేశములందు, చలిబాధ నుండి తప్పించుకొనుటకు, ఆహారపచనమునకు, శక్తిగా మార్చి యంత్రముల నడుపుటకు, కాంతిని జనింపజేయుటకు వేడి, ఆ వేడినిచ్చు ఇంధనములు మానవజీవనమున కావశ్యకములు.

ముఖ్యలక్షణములు: 1. సులువుగా అంటుకొనుట, అనగా తక్కువతాపక్రమము లోనే మండుట కారంభించుట; 2. యథేచ్ఛగా మండుట; 3. తక్కువరాశి ద్రవ్యము ఎక్కువఉష్ణత నిచ్చుట.

ఇంధనము మండుటవలన జనించు ఉష్ణతను కేలోరీలలో కొలుతురు (చూ. ఉష్ణతామితి-పు. 217). ఒక నిర్ణీత భారముగల ఇంధనము మండినప్పుడు కలుగు ఉష్ణత ఆ ఇంధనముయొక్క ఉష్ణతాప్రమాణ మందురు. ఈ ఉష్ణతాప్రమాణమునుపట్టి ఇంధనములను ఉత్తమ, మధ్యమ, అధమ తరగతులుగా విభజించవచ్చును. ఘనములు, ద్రవములు, వాయువులు అని ఇంధనములు మూడు తరగతులుగా నున్నవి.

ఘనేంధనములు: 1. కర్ర, 2. కర్రబొగ్గు, 3. రాక్షస బొగ్గు, 4. కోకు. పీట్, ఆంత్రసైట్ బిట్యూమినస్ బొగ్గు, లిగ్నైట్ వీటిని గురించి విపులముగా దిగువ చర్చింపబడినది.

కర్ర: కర్రలను వంటచెరకుగా వాడుట చాల ప్రాచీన ఆచారము. ఎందుకర్ర ఉష్ణతాపరిమాణము చాల తక్కువ. అందువలన దీనిని పరిశ్రమలయందు వాడరు.

కర్రబొగ్గు: గాలి స్వేచ్ఛగాతగులని పరిస్థితులలో కర్రలనుకాల్చి బొగ్గును తయారుచేయుదురు. కర్రలను రిటార్ట్‌లో కాల్చిన బొగ్గేగాక కర్రలోనుండు రాసాయనిక

ద్రవ్యములనుండి ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఆసిటోన్, మెథిల్ ఆల్కహోల్ అను మూడు మిక్కిలి ఉపయోగమైన రాసాయనిక ద్రవ్యములు లభించును (చూ. ఆల్కహోల్‌లు పు. 190). ఉష్ణతాప్రమాణములో కర్రకన్న కర్రబొగ్గు మేలు. కోకు ఉపయోగములోలేని దేశములలో దీనినే ధాతుసాధనకు ఉపయోగింతురు. భద్రావతి (మైసూరు) ఇనుముఫ్యాక్టరీలో ఖనిజమునుండి ఇనుమును సాధించుటకు కర్రబొగ్గునే వాడుదురు.

రాక్షసిబొగ్గు : దీనిని రాతిబొగ్గు, నేలబొగ్గు అనికూడ అందురు. ఇది ప్రశస్తమైన ఇంధనము. పాశ్చాత్యదేశముల పారిశ్రామికాభి వృద్ధికిది కీలకము. ఇంగ్లండు, జర్మనీ, ఉత్తరఅమెరికాలలో ఇది అధికముగా లభించును. గనుల నుండి త్రవ్వి తీయబడుచున్నది. ఇండియాలోకూడ బెంగాల్, బీహార్ రాష్ట్రములయందును, ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని సింగరేణి యందును నేలబొగ్గు గనులు గలవు. దక్షిణ ఆర్కాటు జిల్లాలో లిగ్నైట్ అను రెండవరకపు నేలబొగ్గును త్రవ్వి తీయుచున్నారు.

కోట్లకొలది సంవత్సరములక్రిందట పెరిగిన గొప్ప అడవులు ప్రకృతిలో సంభవించిన కొన్ని ప్రళయములవలన మన్నుతో కప్పబడి, భూగర్భములోనున్న వేడిమికి, ఒత్తిడికి బొగ్గుగా మారినవి. పరిణామ విస్తారమును, కాలమునుబట్టి 1. ఆంత్రసైట్, 2. బిట్యూమినస్ బొగ్గు, 3. లిగ్నైట్, 4. పీట్ అను రకము లుద్భవించినవి.

ఆంత్రసైట్ : చూ. పు. 163.

బిట్యూమినస్ బొగ్గు : ఇది ప్రకృతిలో అధికముగా లభించుచున్నది. మెత్తగానుండి సులువుగా అంటుకొనును. కాని పొగఎక్కువ ; వేడిమి తక్కువ.

లిగ్నైట్‌బొగ్గు : ఇది అంత ప్రాచీనమైన యుగముల నాటిది కాదు. కర్ర యింకను పూర్తిగా బొగ్గుకాలేదు. దీనివేడిమి చాలతక్కువ.

పీట్ : ఇది పేదవానిబొగ్గు. దీనికి బొగ్గులక్షణములు పూర్తిగా సంక్రమించలేదు.

రాక్షసబొగ్గును మొదట వంటచెరకుగా ఉపయోగించెడివారు. తరువాత ఆవిరియంత్రములకు, నీటిని ఆవిరిగా మార్చుటకు, ఇతర యంత్రాగారములందు ఇంజను లను నడుపుటకు వాడుట మొదలిడిరి. దీనిని ప్రత్యక్షముగ ఇంధనముగా వాడినపుడు రెండు గడ్డు సమస్యలు తటస్థించును. అందు మొదటిది పొగ. పారిశ్రామిక పట్టణములు ఫ్యాక్టరీచిమ్నీలనుండి పైకెగయు ధూమముచే ఎప్పుడును కప్పబడియుండును. ఈ పొగ వెలుతురునకు చొరరాని పొగమంచు ప్రమాదమును కలుగజేయును. రెండవది దీనిని వాడుకచేయు స్థలములలో తారుచేరుట. ఈ రెండు అవాంతర ద్రవ్యములను నిష్ప్రమాదముగా చేయుటయే ఆధునిక పారిశ్రామికులు చేపట్టి విజయవంతముగా పరిష్కరించిరి.

కోకు : రాక్షసబొగ్గును గాలిలేనిచోట కాల్చగా మిగులు ఘనద్రవ్యము. ఇది అంతసులువుగా అంటుకొనక పోయినప్పటికిని పొగ, తారు రావు. కోకుయొక్క లక్షణములు దానిని తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు నేలబొగ్గునుపట్టి, దానిని కాల్చుటకు ఉపయోగించిన తాపక్రమమును పట్టి యుండును. 'కానల్‌కోల్' అను ఒక రకపు బొగ్గును తక్కువతాపక్రమములో బట్టీపెట్టినప్పుడు గాస్ అధికముగావచ్చి మెత్తనికోకు మిగులును. దీనిని 'కోలైట్' అందురు. ఇది వంటచేయుటకు ప్రశస్తము ; కాని ధాతు సాధనకు దీనిమెత్తదనము ప్రతిబంధకము. ధాతుసాధనకు అనుకూలమైన కోకును ఆంత్రసైట్, బిట్యూమినస్ నేల బొగ్గులను బట్టీ పెట్టి తయారుచేయుదురు.

ద్రవేంధనములు : ఘనేంధనములకన్న ఎక్కువ ప్రశస్తమైనవి. ఇమిడిక, అధికఉష్ణతాప్రమాణము వీటి విశిష్ట గుణములు. వీటిని వాడుక చేయుటయందున్న సులువు, శుభ్రతవలన ద్రవేంధనములు ఉత్తమమైనవి. మండినపుడు బూడిద మిగులదు. ఏపనికెంతవరకు అవసరమో అంతే ఇంధనమును వాడుకచేయవచ్చును. అందువలన ఇవి ఆర్థికముగా కూడ లాభములు.

ద్రవేంధనములలో ముఖ్యమైన : 1. క్రూడ్‌ఆయిల్ పెట్రోలు, గాసోలీన్, కిరసనాయిలు, పారాఫిన్, షేల్ నూనె ; 2. తారునూనె, బెన్జీన్ ; 3. సారాయి ; అని మూడురకముల ఇంధనములు కలవు. అందు మొదటి తరగతికిచెందినవి ఒకషేల్‌నూనెతప్ప తక్కినవి పెట్రోలియమ్‌నుండి లభ్యములు.

షేల్‌నూనె : షేల్‌అనునది ఒకమాదిరి పంకశిల. ఇది పొరలుపొరలుగా నుండును. దీనిలో హైడ్రోకార్బన్ లుండును. దీనిని బట్టీపెట్టిన ఆ హైడ్రోకార్బన్‌లు నూనెగా లభ్యమగును. షేల్‌నుండి సాధించబడిననూనె గనుక దీనికి షేల్‌నూనె అనిపేరు. ఈ షేల్‌నూనెకు, క్రూడ్ ఆయిల్‌కు ఎక్కువ భేదము లేదు. ఒకటన్ను షేల్ నుండి 30-50 గాలనులవరకు నూనె సంప్రాప్తమగును.

తారునూనె : రాక్షసబొగ్గును బట్టీలో కాల్చినపుడు తారు బయలువెడలునని ఇదివరకే సూచింపబడినది. ఇందులోనున్న విలువైనద్రవ్యములను వేరుపరచి మిగిలిన తారును (చూ. అరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు - పు. 181)

డీసెల్ ఇంజనులలో ఉపయోగించుచున్నారు. దీని వేడి చాలఎక్కువ.

**తాపవిచ్ఛేదనము :** బరువునూనెలు అధికమైన ఒత్తిడి లోను, తాపక్రమములోను వేడిచేసిన తేలికనూనెలుగా విడిపోవును. దీనిని తాపవిచ్ఛేదనము అందురు. క్రూడ్ ఆయిల్‌ను సాధారణపుబట్టీలో మరిగించుటవలన 25% మాత్రమే గాసోలీన్ తయారగుచుండగా, ఛేదనవిధానములో 75% గాసోలీన్ లభించును. ఇది మామూలు గాసోలీన్ కన్న ప్రశస్తమైనది. దీనిలో శాఖాశృంఖలితమగు ఐసోఆక్టేన్ అను సంతృప్తపారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్ ఎక్కువగా నుండును. ఈ హైడ్రోకార్బన్‌కు ఇంజను కొట్టుకొనకుండ సరళముగ నడపించు గుణము కలదు. ఆక్టేన్ క్రియాసామర్థ్యముతో సరిపోల్చిచూచి, గాసోలీన్ సమర్థతను నిర్ణయింతురు. ఈ నిర్ణీతకార్య దక్షతకు ఆక్టేన్-రేటింగ్ అని పేరు. క్రియారూపసమర్థతలో గాసోలీన్‌తో సమానమగు హెప్టేన్ - ఐసోఆక్టేన్ మిశ్రములోనున్న ఐసోఆక్టేన్ యొక్క ఆయతనశాతమునకు ఆక్టేన్ - రేటింగ్ అని పేరు.

**ప్రేరకవిచ్ఛేదనము :** తాపవిచ్ఛేదనమందుకన్న తక్కువ ప్రేషమును, తక్కువతాపక్రమమును ఉపయోగించి ప్రేరక సంపర్కములో జరుగు విచ్ఛేదనమునకు ప్రేరకవిచ్ఛేదన మనిపేరు. ప్రేరకముగా నేడు వాడుకలోనున్న ద్రవ్యము 4 : 1 పాళ్ళలో కలిపిన సిలికాఅల్యూమినామిశ్రము. దీనిలో 1% మాంగనీస్‌డైఆక్సైడ్ కలిసియుండును దీనికి హౌడ్రీప్రేరకమని పేరు.

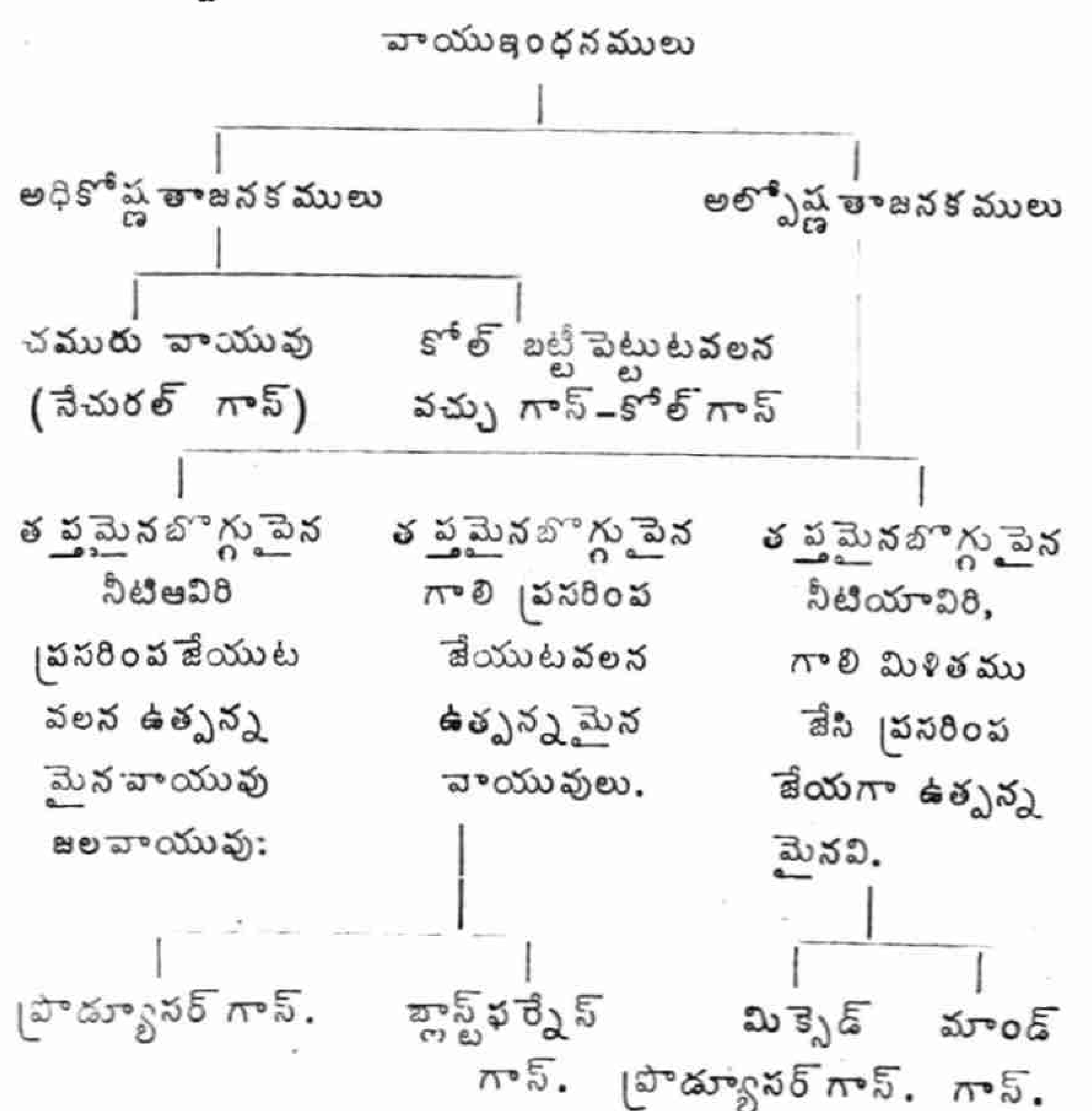
**బెన్జీన్ :** తారునుండివేరుపరచు అమూల్యమగు ద్రవ్యములలో బెన్జీన్ ఒకటి. దీనిని మోటారులలో ఇంధనముగ వాడవచ్చును. కాని పెట్రోలుకన్న ఖరీదు ఎక్కువ. పెట్రోలు దొరకునంత కాలము మోటారులకు ఇంధనముగా వాడుకలోనికి రాదు.

**ఆల్కహాల్ :** దీనినే సారాయి అనిగాని, మద్యము అని గాని అందురు. పెట్రోలుకుబదులు మోటారులలో సారాయిని ఉపయోగించవచ్చును. మానవునికి లభ్యమగు పెట్రోలు రాశికి పరిమితియున్నది. సారాయి వృక్షద్రవ్యములనుండి తయారుచేయవచ్చును ; గనుక, ఇచ్చవచ్చినంత తయారగును. అందువలననే కొన్ని దేశములలో పెట్రోలులో 20% చొప్పున సారాయి కలుపవలయునని శాసించబడినది. (చూ. ఆల్కహాల్ లు-పు. 190)

**వాయురూప ఇంధనములు :** వాయు ఇంధనములు ద్రవేంధనములకంటె ఎక్కువఅనుకూలములైనవి. 1. ఇవి చాల చౌక. 2. ప్రకృతిలో లభించు ఇంధనములను దుబారా చేయనక్కరలేదు. 3. ఇవి పూర్తిగా మండి అత్యధిక తాపక్రమము నీయగలవు. 4. ఇవి మండెడు కొలిమియొక్క తాపక్రమము కావలసినరీతిని మార్పుచేసికొనవచ్చును. 5. పొగలేదు. 6. బొగ్గువేయుట, బూడిదతీయుట పనులు లేవు గనుక పనివాండ్రఅవసరము తక్కువ. 7. వీటిని ఎక్కువ ఆక్సిజన్‌తో కలిపినచో ఆక్సీకరణ జ్వాలయు, తక్కువ ఆక్సిజన్‌తో కలిపినచో ఆక్సీహరణజ్వాలయు జనించును. ఈ భిన్నములైన జ్వాలలు తపనసాధనములుగా అత్యంతావశ్యకములు. 8. ఘన, ద్రవ ఇంధనముల వాడుకలో అమితమైనవేడి వృథాగాపోవును. వాయు ఇంధనముల ఉపయోగించినచో దానిని అరికట్టవచ్చును. మండుచున్న కొలిమి నంటుకొనియుండు గొట్టములగుండా వాయు ఇంధనములను ప్రసరింపజేసి, కొలిమి వేడి వృథాపోకుండ, కొలిమిలో ప్రవేశించువాయువును ముందుగా వేడిజేతురు. ఈ వేడిచేయుటవలన ఇంధనము, గాలిలోని ఆక్సిజన్‌తో కలిసి వేడిచేయనివాయువుకన్న అధికమైనవేడిని జనింపజేయును. దీనినే ఇంగ్లీషులో 'రిక్యూపరేటివ్' (పునస్సంగ్రహణ) పద్ధతి అందురు.

**వాయుఇంధనములను** రెండుతరగతులుగా విభజింపవచ్చును. 1. అధికోష్ణతాజనకములు : భూమిలో నున్న వాయుకూపములనుండి వచ్చెడి వాయువు, రాక్షసబొగ్గు వాయువు ఈ తరగతికి చెందినవి; దీనినే చమురువాయువు (నేచురల్ గాస్) అందురు. 2. అల్పోష్ణతాజనకములు : జలవాయువు, ప్రొడ్యూసర్ గాస్ ఈ జాతిలోనివి.

వాయుఇంధనముల సంపూర్ణ వర్గీకరణము క్రిందివిధమున చూపవచ్చును :



చమురు వాయువు (నేచురల్ గాస్): రాతినూనెకొరకు త్రవ్వు గనులనుండి యొకప్పుడు హెచ్చు ఒత్తిడితో వాయువు బయటికి వచ్చుట కలదు. దీనికి భూగర్భవాయువు (నేచురల్ గాస్) అని పేరు. అమెరికానూనెగనులలో ఈ వాయువు తరుచుగా తారసిల్లును. ఇందులో కొంచెముగా హీలియమ్ వాయువుండుట దీని విశిష్టలక్షణము (చూ. జడవాయువులు). వర్జీనియా నూనెగనియొక్కటే దినమునకు 130కోట్ల ఘనపుటడుగుల వాయువును వెడలగ్రక్కును. ఈవాయువు బొగ్గుగనులనుండికూడ జనించును. కాని సంగ్రహించుట కష్టము. చమురు వాయువులో 90%మీథేన్, మిగిలినపాళ్లు ఎథేన్, హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ ఉండును. దీని ఉష్ణతా ప్రమాణము చాలఎక్కువ.

కోల్ గాస్ (రాక్షసబొగ్గువాయువు): మొట్టమొదట ఈ వాయువును దీపములకు ఉపయోగించేవారు. క్రమముగా వంటచేసికొనుటకు, వివిధములైన కర్మాగారములలోని యంత్రములను నడుపుటకు వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ గాస్ తయారుచేయుటకు తగినది బిట్యూమినస్ బొగ్గు. ఇతర రకములకంటె ఈ బొగ్గు ఎక్కువ వాయువు నిచ్చును. బొగ్గును గాలిచొరని బట్టీలోపెట్టి తప్తముచేసినచో ఈ గాస్ లభ్యమగును. దానితోపాటు తారు, అమోనియా మొదలగు అమూల్యములైన ద్రవ్యములుకూడ బయటికి వెలువడును. బట్టీలలో కోకు మిగిలిపోవును :

ఒక టన్ను కోల్

| 12000 ఘ. అ. గాస్ 18% బరువు. | 14 గాలనుల తారు 6% బరువు. | 177 పౌనుల అమోనియా ద్రావణము 8% బరువు. | 1570 పౌనుల కోల్ 68% బరువు. |
|---|---|---|---|

ఈ ఫలితములు బొగ్గును 1000° C దగ్గర స్వేదించినపుడు లభ్యమగును. ఈ ప్రక్రియకు అధితాపక్రమ కార్బనీకరణము అని పేరు.

బొగ్గును బట్టీలో తప్తముచేసినపుడు కలుగు రాసాయనికపుమార్పునందు తాపక్రమము 650°Cలకు చేరుసరికి బొగ్గు మెత్తబడి ద్రవరూపము చెందును; అటుపైని, ఆలిఫాటిక్ వర్గమునకుచెందిన పారఫిన్‌లు, ఓలిఫైన్‌లు జనించును. తాపక్రమము హెచ్చుకొలది పారఫిన్‌లు విచ్ఛిన్నమై ఓలిఫైన్‌లుగా మారును. అటుతరువాత ఓలిఫైన్‌లు సంయోగముచెంది బెన్జీన్‌వర్గమునకుచెందిన హైడ్రోకార్బన్‌లు ఏర్పడును. ఇంకను తాపక్రమము ఎక్కువైనచో బెన్జీన్ ఎక్కువగుటయేకాక నాఫ్థలీన్, ఆంత్రసీన్ అను ద్రవ్యములు లభ్యమగును.

రాక్షసబొగ్గు స్వేదనము : ఫలితద్రవ్యములు

| సంఖ్య | ఫలిత ద్రవ్యములు | 800 °F | 1000°F | 1200°F | 1400°F |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ఒక టన్ను కోల్ నుండి వచ్చినతారు (గాలనులలో) | 12.6 | 23.8 | 22.4 | 28.6 |
| 2. | 100 పాళ్ల బొగ్గునకు తయారగు కోకు | 78.8 | 69.5 | 67.8 | 66.95 |
| 3. | టన్ను బొగ్గుతో తయారయ్యే అమోనియా (పౌనులలో) | 0.37 | 1.47 | 2.29 | 3.71 |
| 4. | బెన్జీన్ కుటుంబమునకు చెందిన నూనెలు (పౌ॥లో) | 6.002 | 5.85 | 5.75 | 4.50 |
| 5. | హైడ్రోజన్ (పౌనులలో) | 19.66 | 22.03 | 32.13 | 39.70 |
| 6. | మీథేన్ | 18.45 | 30.78 | 36 53 | 37.30 |
| 7. | ఎథేన్ | 8.02 | 7.84 | 8.27 | 1.60 |
| 8. | కార్బన్ మోనాక్సైడ్ | 4.00 | 4.90 | 4.70 | 7.30 |
| 9. | కోకులో నిలిచిపోయిన వాయు పదార్థములు | 22.04 | 13.00 | 7.97 | 5.88 |
| 10. | ఉష్ణతాపరిమాణము (బ్రిటిష్ థెర్మల్ యూనిట్ లలో) | 214 | 803 | 1728 | 2254 |

పై పట్టికపరీక్షవలన తేలగల సారాంశ మేమనగా తాపక్రమము హెచ్చుకొలది ఓలిఫైన్‌లు, ఎథేన్ తగ్గిపోయి, మీథేన్, హైడ్రోజన్ ఎక్కువగును; ఉష్ణతా ప్రమాణము కూడ హెచ్చును.

పై పట్టికలో కనపరచిన ద్రవ్యముల పరిమాణములు తాపక్రమమునుపట్టియేకాక బట్టీయొక్క ఆకారమునుపట్టి కూడ మారును.

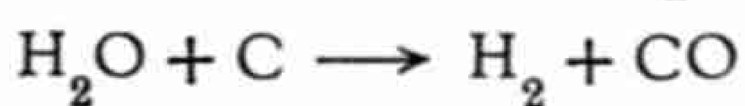
రాతిబొగ్గును స్వల్ప తాపక్రమములో తప్తముచేయు విధానము : బొగ్గును 500°C - 600°C మధ్య బట్టీపెట్టుటకు స్వల్పతాపక్రమ కార్బనీకరణము అని పేరు. 1000°C వచ్చు తారుకంటె 600°Cలో రెట్టింపుతారు రాగలదు. అదిగాక ఇందు లభ్యమగు కోకు మెత్తగానుండి సులువుగా అంటుకొనును. ఈ కారణమువలన స్వల్పతాపక్రమ కార్బనీకరణమునుగురించి తీవ్రమైన పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి. ఈ రెండువిధానముల వ్యత్యాసమిది. అధికతాపక్రమ ప్రక్రి

యలో గట్టికోకు, ఎక్కువగాస్, తక్కువతారు, బెన్జీన్ నూనెలు లభించును. స్వల్పతాపక్రమ ప్రక్రియలో ఎక్కువ తారు, తక్కువగాస్ ప్రాప్తమగును. ఈ రెండిటిలో దేనిని అవలంబించుట అనునది, అందువలనవచ్చు ద్రవ్యముల ఆవశ్యకతనుబట్టి నిర్ణయింపబడును. కాని స్వల్ప తాపక్రమ విధానము నేటికిని పారిశ్రామికముగా రూఢము కాలేదని చెప్పవలెను. ఏలన అధికతాపక్రమ ప్రక్రియవలన లభ్యమగు ద్రవ్యములకున్న మార్కెట్టు, స్వల్పతాపక్రమ ప్రక్రియవలన ఉత్పన్నములగువాటికి లేదు.

వివిధ తాపక్రమములో రాక్షసబొగ్గు స్వేదనమువలన వచ్చు ద్రవ్యముల పరిమాణ తారతమ్యములు

| పదార్థము | స్వల్పతాపక్రమవిధానము (450 °C - 550°C) | అధికతాపక్రమవిధానము (900°C - 1100°C) |
|---|---|---|
| కోల్ గాస్ | టన్ను ఒకటింటికి 2000 - 3500 ఘ. అ. వాయువు. 85% ఎతేన్, మీతేన్, ఇతర పారఫిన్‌లు, ఒలిఫైన్‌లు, 15% హైడ్రోజన్ | 9000 - 12000 ఘ. అ. వాయువు. 25%-35% మీతేన్. 45%-55% హైడ్రోజన్. మీతేన్ తప్ప ఇతర పారఫిన్‌లు ఉండవు. |
| తారు | 7%-10% పౌనులు. ముఖ్యముగా పారఫిన్‌లు ఉండును. నాఫ్తలీన్‌లు, బెన్జీన్ కుటుంబమునకు చెందిన నూనెలు ఉండవు. | 4%-7% పౌనులు. ఎక్కువగా ఆరొమాటిక్ వర్గమునకు చెందిన హైడ్రోకార్బన్‌లు, ఫీనోల్‌లు, నాఫ్తలీన్, ఆంత్రసీన్ ఉండును. |
| అమోనియా (సల్ఫేట్‌గా పరిగణింపబడినది.) | టన్నుకు 5 - 7 పౌనులు. | 20 - 30 పౌనులు. |
| మిగిలిన పదార్థములు | 15% అంటుకొనే వాయువుగల మెత్తని కోకు. | కఠినమైనకోకు; దీనిలో కార్బన్, బూడిద ఇమిడియుండును. |

అల్పోష్ణతాజనకములు: జలవాయువు: కఠినమైన కోకును ఎర్రగా కాల్చి, దానిపై నీటిఆవిరిని పంపినచో జలవాయువు తయారగును. ఆవిరిని ప్రసరింపజేసిన కొంత కాలమునకు కోకుతాపక్రమము తగ్గి దానిదీప్తి తగ్గును. దీప్తి తగ్గినపుడు జలవాయువు జనించదు. అందువలన నీటి ఆవిరిని తాత్కాలికముగ ఆపి కోకుపై గాలిని పంపుదురు. మరల బొగ్గు దీప్తిమంతమగును. అప్పుడు నీటి ఆవిరిని మరల విడిచెదరు. ఇట్లు గాలిని, నీటిఆవిరిని ఒకదానివెనుక ఒకటి ప్రసరింపజేయుటవలన జలవాయువు తయారగును. ఒకటన్ను కోకునుండి 4000 ఘ. అ. జలవాయువును తయారుచేయవచ్చును:



$$H_2O + C \longrightarrow H_2 + CO$$

జలవాయువు: ఇది కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రమము. ఈ రెండువాయువులుకూడ గాలిలో మండును.

ఉపయోగములు: ఈ వాయువుమండునపుడు 1600°C తాపక్రమము నిచ్చును. ధాతువులను కరగుటకు, అతుకుటకు, గాజుపరిశ్రమలోను, సిమెంటుబట్టీలలోను ఇంధనముగా ఉపయోగపడుచున్నది. అమోనియాను చేయుటకు కావలసిన హైడ్రోజన్ దీనినుండియే సాధింతురు. జలవాయువు యొక్క ముఖ్యోపయోగము, పెట్రోలును ఛేదింపగా వచ్చిన వాయువులను జలవాయువుతో కలిపి ఈ మిశ్రముతో కోల్ గాస్ దీపముల కాంతిని ఎక్కువగా చేయుట.

ప్రొడ్యూసర్ గాస్: ఎర్రగా కాల్చిన బొగ్గుపై నీటి ఆవిరి ప్రసరింప జేసినప్పుడు ప్రొడ్యూసర్ గాస్ వెలువడును:



$$O_2 + N_2 + 2C \longrightarrow 2CO + N_2$$

ఇది నైట్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ల మిశ్రమము. నైట్రోజన్‌కి మండెడిస్వభావము లేదు. అందువలన దీనికి ఎక్కువ వేడిని కలుగజేయుసామర్థ్యము లేదు; కాని ఇది మిక్కిలి చౌక; పెట్టుబడి స్వల్పము. దీనిని ఇటుక కాల్చుటకు, గాజు పరిశ్రమలయందును ఉపయోగింతురు.

బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్‌గాస్: చూ. ఇనుము - పు. 208.

మిక్స్‌డ్ ప్రొడ్యూసర్‌గాస్: నీటి ఆవిరిని, గాలిని ఒకేమారు దీప్తిమంతమైన కోకుపై పంపినచో జలవాయువు, ప్రొడ్యూసర్ వాయువుల మిశ్రమము లభించును. దీని విశిష్టత మధ్యమధ్య ఆగిపోకుండ అవిరతముగా తయారగుటయే. అందువలన ఇటీవల ఇది ఎక్కువ వాడుకలోనికి వచ్చినది.

మాండ్‌గాస్: కోకుకు బదులు బిట్యూమినస్ బొగ్గునుపయోగించినచో మాండ్‌గాస్ తయారగును. దీనిలో తారు వాయువులు కలసియుండును. అందువలన దీని ఉష్ణతాప్రమాణము అధికము. ధాతుసాధనకు ఎక్కువగా దీనిని వాడుదురు.

యు. సూ. నా.

ఇట్రియమ్: చూ. యిట్రియమ్.

**ఇనుము :** ఆధునికమానవ నాగరికజీవనములో ఉపయోగపడు పదార్థములలో ఇనుము చాలముఖ్యమైనది. గృహోపకరణములకు, ఆయుధములకు మనపూర్వులు ఈ ధాతువును ఉపయోగించుట ఎరుగుదురు. ప్రాచ్యులు ఇనుము, ఉక్కు తయారుచేయుటలో మంచి ప్రావీణ్యము కలిగినవారని రుజువుచేయుటకు చాల ప్రమాణములు కలవు.

భూపృష్ఠమున 5% ఇనుము కలదు. ఉల్కలలో కననగు కొంచవు విడి ఇనుముతక్క, తక్కిన ధాతువు అంతయును ఆక్సైడ్‌గాగాని, సల్ఫైడ్‌గాగాని, కార్బొనేట్‌గాగాని సంయుక్తదశయందే దొరకును.

ముడి ఖనిజములు : 1. ఆక్సైడ్ ఖనిజములు హేమటైట్ ($Fe_2O_3$), మాగ్నటైట్ ($Fe_3O_4$) లిమొనైట్ ($2Fe_2O_3$, $3H_2O$). 2. కార్బొనేట్ ఖనిజములు : స్ఫాతిక్ ఐరన్‌ఓర్ ($Fe_2CO_3$). 3. సల్ఫైడ్ ఖనిజములు : ఐరన్ పైరిటీస్ ($FeS_2$), మాక్షికము, జేగురులనబడు రంగులు గల మృద్ద్రవ్యములందు ఇనుము ఆక్సైడ్‌గా ఉండును.

ఉల్కలలో విడిగానుండు ఇనుము 67% - 94% మధ్య ఉండును. దానితో కలసియుండు ఇతర ధాతువు నికెల్ 4% - 25% మధ్య నుండును. రెడ్ హేమటైట్‌లో సాధారణముగా 47% - 70%, బ్రౌన్ హేమటైట్‌లో 35% -63% స్ఫాతిక్ ఐరన్‌ఓర్‌లో 57%ను ఇనుము ఉండును.

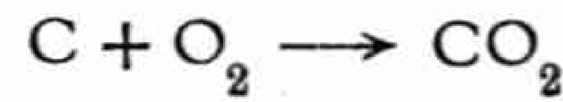
25% ఇనుముకన్న తక్కువగానున్న ఖనిజము ధాతుసాధనకు వినియోగించిన వ్యయమెక్కువగుటచే అట్టి ఖనిజము ధాతుసాధనకు పనికిరాదు.

ఇనుమును తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు ఖనిజములలో హేమటైట్, మాగ్నటైట్, లిమొనైట్‌లు చాల ముఖ్యమైనవి. ధాతుసాధనకు ఉపయోగించు ఖనిజములలో కొంచెముగా మలినపదార్థములున్నను బాధలేదు. కాని భాస్వరము, గంధకము వీలయినంత తక్కువగా ఉండవలయును. ఐరన్ పైరిటీస్‌ను దానియందుండు గంధకము కొరకు ఉపయోగింతురు.

ఇనుమును సాధించుటలో ఖనిజమును మొట్టమొదట ముక్కలుగాకొట్టి గాలిలో కాల్చుదురు. దీనివలన మూడు లాభములు ఉన్నవి : 1. ఖనిజమునందుండు తేమ పోవుట; 2. కార్బొనేట్ ఆక్సైడ్‌గా మారుట; 3. సల్ఫైడ్ ఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరించబడుట.

కాల్చిన ఈ ఖనిజపుముక్కలను కాల్చినబొగ్గుతోను, సున్నపురాయితోనుచేర్చి బ్లాస్ట్‌కొలిమి ముఖద్వారమున వైతురు. ఇందుకు ఉపయోగించు సున్నపురాయిలోను, బొగ్గులోను, గంధకము, భాస్వరము చాలతక్కువగా ఉండవలయును (చూ. ముడి ఖనిజములు, ఖనిజములు, ధాతుసాధన.).

700°C తాపక్రమముగల గాలిని కొలిమిక్రింది భాగమున గల రంధ్రములగుండా పంపుదురు. ఈ గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్ బొగ్గును కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరించును. ఇది మరల బొగ్గుచే ఆక్సీహరించబడి కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌గా మారును.







ఈ మోనాక్సైడ్‌వాయువు ఇనుము ఆక్సైడ్‌లను ఇనుముగా ఆక్సీహరించును.







ఇట్లు ఆక్సీహరింపబడిన ఇనుము కొలిమి వేడికి కరగి కొలిమి అడుగుభాగమునకు దిగును. ఖనిజములోనున్న సిలికా, మన్ను మొదలగు మలినపదార్థములు మొదట ఖనిజముతో కలిపిన సున్నపురాయినుండి వచ్చిన సున్నముతో రాసాయనికముగా సంయోగించి 'స్లాగ్' ఏర్పడును ఇదికూడ కొలిమివేడికి కరగి తేలికగా నుండుటచే కరగిన ఇనుముమీద తెట్టెగా ఏర్పడును. 'స్లాగ్'ను ఇనుమును, కొలిమి అడుగున ఉన్న వేరువేరు రంధ్రముల ద్వారా బయటకు తీయుదురు. ఈ ప్రక్రియ ఆపులేకుండ జరుగుచుండును. అప్పటప్పట బొగ్గుతోను, ఫ్లక్సింగ్ ద్రవ్యములతోను మిశ్రితమైన ఖనిజమును కొలిమి పైభాగమున నుంతురు.

సాధారణమైన కొలిమి రోజునకు 500 - 600 టన్నుల వరకు ఇనుమును తయారుచేయును. ఇండియాలోని జమ్‌షెడ్‌పూర్‌లో మిక్కిలి పెద్దదైన కొలిమి కలదు. మైసూరులో భద్రావతియందు, బెంగాల్‌లో బర్న్‌పూర్ యందు, బీహార్‌లో కుల్టియందుకూడ ఇనుమును తయారుచేయు కొలుములు కలవు. ఇటీవల మధ్యప్రదేశ్‌నందు భిలాయ్,ఒరిస్సారాష్ట్రమున రౌర్కేలా, పశ్చిమ బెంగాల్‌నందు దుర్గాపూర్ అనుచోట్ల ప్రభుత్వరంగమున ఉక్కు కర్మాగారములు స్థాపింపబడి పనిచేయుచున్నవి.

కరగినఇనుమును కొలిమినుండి బయటకుతీసి అచ్చులలోనికి పారింతురు. చల్లారి గట్టిబడిన దిమ్మలకు 'పిగ్ ఐరన్' లేదా 'పోతఇనుము' అనిపేరు. పోతఇనుము శుద్ధమైనదికాదు. దానిలో 3%, 4% బొగ్గు, 1%, 2½% సిలికన్, అధికభాగము గంధకము, భాస్వరము ఉండును.

పోతఇనుము చాల పెళుసు. అందుచేత దాని ఉపయోగము చాలతక్కువ. దార్ఢ్యమంతగా అవసరము

లేనప్పుడు పోతఇనుమును వాడుదురు. నేలక్రింద నీటి గొట్టములకు, ఆవరణలకు, చిన్నఅచ్చుపోతలకు పనికి వచ్చును.

పోత ఇనుములోనున్న కార్బన్ సాధారణముగా గ్రాఫైట్ రూపమున ఉండును. కాల్చుటవల్లను, కాల్చిన వెంటనే చల్లార్చుటవల్లను కార్బన్ యౌగికముగాగాని, లేదా అతిసూక్ష్మవిభక్తావస్థలోగాని విడివడును. దానిమీద జరిగించెడు ప్రక్రియలనుబట్టి పోతఇనుము నల్లగాను, తెల్లగాను, గట్టిగాను లేదా మెత్తగాను ఉండవచ్చును. ఈ భేదము అన్నియు అందున్న కార్బన్ యొక్క స్థితినిబట్టి ఉండును. పోతఇనుముయొక్క దార్ఢ్యము, గట్టితనము మొదలైన భౌతికగుణము లన్నియు అందున్న కార్బన్ యొక్క రూపమునుబట్టి ఉండును.

**చేతఇనుము :** పోతఇనుములో నున్న మలినములను ఆక్సీకరించుటచే బహిష్కరించి, చేతఇనుమును తయారు చేయుదురు. పోతఇనుమును హేమటైట్ ఖనిజముతో చేర్చి రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో కరగించినచో అందుండు మాలిన్యములు కొన్ని వాయురూపమున పైకెగసిపోవును. మరికొన్ని 'స్లాగ్' తో కలిసి ద్రవరూపమున బహిష్కరించబడును. శుద్ధమైన ఇనుమును కరగించగల తాపక్రమము కొలిమిలో దుర్లభమగుటచే ఇనుము ముద్దగా నుండును. ఈ ముద్దలను పైకితీసి సుత్తులతో బాదిన అందుండెడు స్లాగ్ బయటికివచ్చును. తరువాత రోలర్లతో వత్తి పలకలుగా తయారుచేయుదురు. చేతఇనుము చాల మెత్తనిది. దానిపేరుకు తగినట్లు దానితో అనేకరూపములు చేయవచ్చును. ఇది చాలదృఢముగా ఉండును; దెబ్బ కొట్టినవిరుగదు ; నారవలె సాగును. ఎర్రగా కాల్చి అతుకుటకు వీలుగానుండును. అందుచే దీనిని కమ్మరులు విస్తారముగా వాడుకచేయుదురు.

గాలికొలిమిలో తయారగు పోతఇనుమును శుద్ధమైన చేతఇనుముగాకాని, ఉక్కుగాకాని, మార్చుటకు ఒక విధానమును 'బెస్సిమర్' కనిపెట్టెను.

బెస్సిమర్ విధానము : గాలికొలిమిలో తయారగు పోత ఇనుమును కరగియున్నస్థితిలోనే పనసకాయవంటి ఆకారము గల పెద్ద అండాలో పోయుదురు (చూ. ముడి ఖనిజములు, ఖనిజములు, ధాతు సాధన - కన్వర్టర్ కొలిమి) ; ప్రక్కనున్న మేకులఆధారమున ఈ అండా ఒక బలమైన చక్రమునకు వ్రేలగట్టియుండును. మొదట అండాను అడ్డముగా ఒరిగిలించి కరగియున్న పోతఇనుమును దానిలోపోసి అడుగునున్న రంధ్రములద్వారా బలమైన వాయుప్రవాహమును పంపించుట ప్రారంభించి అండాను నిలువుగా పెట్టుదురు. 5 మొదలు 30 టన్నులవరకు పోత ఇనుమును అండా తీసుకోగలదు. అండా లోపలిగోడకు ఒకదళసరియైనపొర అంటించిఉండును. దీనియందలి ద్రవ్యములు ఆమ్లప్రధానములుగా గాని, లవణాధారప్రధానములుగాగాని, పోతఇనుమునందుండు మలినములస్వభావమునుపట్టి ఉండును. పొర కేవలము ఇసుకయేయైనచో పోతఇనుమునందున్న లవణాధారస్వభావముగల మాలిన్యములు ఆమ్లగుణముకలిగిన ఇసుకతో సంయోగించి సిలికేట్ లుగా మారి స్లాగ్ క్రింద బయటికిపోవును. పోతఇనుమునందున్న మాలిన్యములు, భాస్వరము, గంధకము అయినచో మగ్నీషియానుకాని, కాల్చిన డోలమైట్*ను కాని పొరగా వాడుదురు. వాయుప్రవాహవశమున పోత ఇనుమునందున్న మాలిన్యములు ఆక్సీకరించబడి స్లాగ్ ద్వారా బయటికి వెడలి శుద్ధమైన ఇనుము తయారగును. గంధకము ఆక్సైడ్‌గా పైకి వెడలును. భాస్వరము డోలమైట్ నందున్న కాల్సియమ్‌ఆక్సైడ్‌తో సంయోగించి కాల్సియమ్‌ఫాస్ఫేట్‌గా స్లాగ్‌లో చేరును. కన్వర్టర్‌లోని కార్యమంతయు 12, 18 నిమిషములలో ముగియును. తయారైన మంచి ఇనుములోపల ఇంకను సిలికన్, మాంగనీస్‌లయొక్క సూక్ష్మభాగములును 0.06% బొగ్గు, 0.2% ఐరన్‌ఆక్సైడ్‌ను ఉండును. ఈ ఆక్సైడ్‌ను ఫెర్రోమాంగనీస్ (ఇనుము, మాంగనీస్‌ల ధాతుమిశ్రము) సహాయమున వేరుపరుతురు. ఆఖరుకు మిగులు ఇనుములో ఇంకను 0.06% బొగ్గు, 0.38% మాంగనీస్, 0.1% భాస్వరము, 0.05% గంధకము మిగిలియుండును.

ఉక్కును తయారుచేయుటకు ఉపయోగించెడు ద్రవ్యములను ద్రవస్థితిలో కన్వర్టర్‌లోనున్న శుద్ధమైనధాతువుతో కలుపుదురు. కలపవలసినధాతువులు, వాటి ధాతుమిశ్రములు(ఫెర్రోమాంగనీస్, ఫెర్రోక్రోమియమ్ మొదలైనవి) గాను, కార్బన్, కోకు (కాల్చిన రాతిసబొగ్గు) గాను నిర్ణీతములయినపాళ్లలో కలుపుదురు.

**ఉక్కు :** ఇనుముతో కార్బైడ్‌గా సంయోగించిన కార్బన్ ఇనుమునకు విశిష్టమగు గుణములను ఇచ్చును. ఈ కలయికకు 'ఉక్కు' అనిపేరు. ఉక్కులో కార్బన్ ప్రధానమైనభాగము. దీనివలననే ఉక్కుకు గట్టితనము, పెళుసుతనము మొదలగు గుణములు సంక్రమించును. కాని కార్బన్ హెచ్చుఅయినకొలది ఉక్కు మరింత పెళుసెక్కును.

**తయారుచేయువిధములు :** ఇదివరకే ఉక్కునుతయారు చేయుటకు బెస్సిమర్ విధానము వాడుకలో ఉన్నదని

*డోలమైట్, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, కార్బొనేట్‌ల మిశ్ర ఖనిజము.

చెప్పియుంటిమి. కాని బెస్సిమర్ ఉక్కులో భాస్వరాంశము కొంచ మెక్కువగా ఉండును. భాస్వరాంశము ఎక్కువైనను ఉపయోగమునకు బాధలేని సందర్భముల బెస్సిమర్ ఉక్కును వాడుకజేయుదురు. ఇంతకన్న మంచి ఉక్కును తయారుచేయుట కింకను వేరు విధానములు కలవు. వాటిలో 1. సీమెన్స్ - మార్టిన్ విధానము; 2. సీమెంటేషన్ విధానము; 3. మూస విధానము; 4. విద్యుత్ విధానము ముఖ్యమైనవి.

**సీమెన్స్ - మార్టిన్ విధానము:** ఇందు పోత ఇనుమును, రద్దు ఇనుముతోను, హేమటైట్ ఖనిజముతోను కలిపి సమచతురస్రమై, విశాలమై లోతులేని కొలిమిలో నుంచి ప్రొడ్యూసర్ వాయువు*తో వేడిచేయుదురు. ఆ కొలిమి అడుగు ఇసుకతోగాని, లేక కాల్చిన డోలమైట్‌తోగాని, కప్పబడియుండును. ఇసుక అడుగున నున్నచో (ఆమ్ల విధానమున) ధాతువులోని కార్బన్, సిలికన్, మాంగనీస్ పాళ్ళు తగ్గిపోవును. కాని గంధకము, భాస్వరము పాళ్ళలో మార్పుండదు. డోలమైట్ పొర ఉన్నచో (క్షారవిధానము) గంధకము, భాస్వరము నికరముగా తగ్గును.

బెస్సిమర్ విధానముతో సీమెన్స్ విధానమును మేళవించి డూప్లే విధానమను పేరున కూడ ఉక్కు తయారగుచున్నది.

**సీమెంటేషన్ విధానము:** ఇందు చేతఇనుము దండములను బొగ్గులో పొదిగి కాల్చుదురు. బొగ్గుక్రమముగా లోపలికి దూరి ధాతువును ఉక్కుగా మార్చును.

**మూసవిధానము:** చేత ఇనుమును పోతఇనుముతోను బొగ్గుతోను కలిపి మూసలో కరగింతురు.

**విద్యుత్ విధానము:** ఇందు ద్రవ్యమిశ్రమును ఎలక్ట్రిక్ కొలిమిలో కరగింతురు. ఈ ఉక్కు చాల ఉత్తమమైనది; ఏకవిధమైన గుణముకలది. బలములోను, తీగసాగుటలోను సీమెన్స్ ఉక్కుకన్న మిన్న.

**ఉక్కురకములు:** ఉక్కుయొక్క విశిష్టగుణము దాని యందుండు కార్బన్ అంశమువలన చేకూరినదియని ఇదివరకే తెలుసుకొంటిమి. ఉక్కురకములు రెండువిభాగములుగా ఉన్నవి.

**1. కేవల కార్బన్‌మిశ్రములు:** కేవల కార్బన్ మిశ్రములు కార్బన్ మిశ్రములలో కార్బన్ అంశము 0·15%-0·25% ఉన్నచో వాటికి మెత్తటి ఉక్కులని పేరు. ఇవి కట్టడపు పనులకు, రివెట్ చేయుటకు, రెయిన్ ఫోర్స్డ్ కాంక్రీట్ తయారుచేయుటకు, బాయిలర్‌లకు పట్టీలకు, గొలుసులకు, గొట్టములకు ఉపయోగింతురు. 0·3%-0·5% కల ఉక్కులు మధ్యరకపు ఉక్కులు. వీటి ఉపయోగము పై వాటివలెనే. కార్బన్ 0·6% - 1·5% కల ఉక్కులకు ఎక్కువకార్బన్‌గల ఉక్కులనిపేరు. వీటితో చేసిన పనిముట్లను నియతపరిస్థితులలో కాల్చి వెంటనే చల్లార్చిన గట్టితనము ఎక్కువగును. అందుచే ఈ ఉక్కులను పనిముట్లుగా వాడుదురు. కేవలకార్బన్ మిశ్రములగు ఉక్కులకన్న ధాతుమిశ్రములగు ఉక్కులు చాల దార్ఢ్యము కలవి.

**2. ధాతుమిశ్రములగు ఉక్కులు:** ఇనుముతో వేరువేరు ధాతువులు కలిపిన తయారగు ఉక్కులు అనేకరకములు కలవు. సాధారణముగా కలియు ధాతువులలో క్రోమియమ్, నికెల్, టంగ్‌స్టన్, మాంగనీస్, మొలిబ్డినమ్, రాగి, టైటానియమ్ మొదలగునవి. ఉపధాతువులలో సిలికన్ ప్రధానమైనది.

**మాంగనీస్-సిలికన్ ఉక్కులు:** సిలికన్ 2%, మాంగనీస్ 1% కలిసిన ఉక్కు చాలదృఢమైనది సులభముగా అరుగదు. అందుచే ఇరుసులకు, బండ్లచక్రములకు, రైల్వే పాయింట్లకు వాడుక చేయుదురు. స్టెయిన్‌లెస్‌స్టీల్ (కగ్గని ఉక్కు) క్రోమియమ్ నికెల్ హెచ్చుగానుండు ఉక్కులు, త్రుప్పు పట్టవు; ఈ ఉక్కు ప్రస్తుతము గృహములయందు ఉపయోగించు పాత్రలను తయారుచేయుటలో ఉపయోగపడుచున్నది.

**పనిముట్లఉక్కు:** లేత్‌మీద చిత్రికపట్టుటకు, స్క్రూ్యాళ్లు కోయుటకు పనికివచ్చు పనిముట్లకు టంగ్‌స్టన్‌కల ఉక్కులు ఉపయోగించవచ్చును. ఈ ఉక్కుల విశేషగుణమేమన లేత్ మీద అతివేగముగా తిరుగుచున్న పనిముట్టు పనిచేయునపుడు వేడెక్కి ఎర్రగా నైనప్పటికి దాని అంచు మొరపోదు. వీటికి 'హైస్పీడ్‌టూల్‌స్టీల్' అని పేరు. ఈ ఉక్కులలో మొలిబ్డినమ్, వెనేడియమ్ ధాతువులుకూడ ఉండవచ్చును.

డి. ఎస్. ఎస్.

**ఇనుముయొక్క యౌగికములు:** ఇనుము రాసాయనికముగా చాలచురుకైన ధాతువు. అది ప్రత్యక్షముగా చాల అధాతువులతో రాసాయనికముగా సంయోగించును. అట్టి అధాతువులలో ఆక్సిజన్, గంధకము, క్లోరిన్ ముఖ్యమైనవి.

క్షారద్రావణములలో వికారమును చెందదు. ఆమ్లములలో సులభముగా కరిగి, ఆసిడ్ కనుగుణమైన లవణముల నిచ్చును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లతో హైడ్రోజన్‌ని విడుదలచేయును. గాఢసల్ఫ్యూరిక్

* ప్రొడ్యూసర్ గాస్ = గాలిని కాలుచున్న బొగ్గుపైకి పంపినపుడు లభ్యమగు కార్బన్ మోనాక్సైడ్, నైట్రోజన్ మిశ్రము. ఇదియే బస్సులు నడుపుటకు ఉపయోగించు గాస్. (చూ. ఇంధనములు, పు. 203)

ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినపుడు ఇనుము ఆక్సీకరించబడి ఆసిడ్‌ను సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్‌గా మార్చును. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో సులభముగా కరిగి దానిని ఆక్సీహరించును. కాని నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో ముంచిన ఇనుము రాసాయనికముగా జడప్రవృత్తిని చెందును.

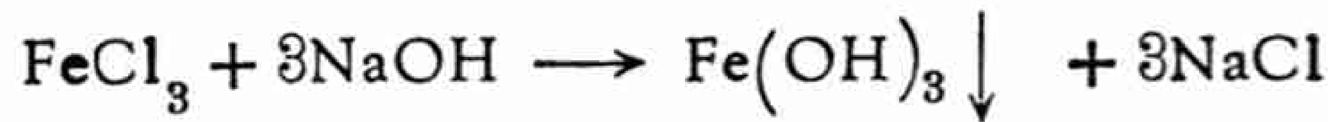
**ఆక్సైడ్‌లు - ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్ (FeO)** : పరిశుద్ధ స్థితిలో ఇది ఇంతవరకు లభ్యము కాలేదు. ఫెర్రస్ లవణమునకు సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమును చేర్చినపుడు తెలుపు, ఆకుపచ్చల మధ్యనుండు రంగుగల అవక్షేపమొకటి దిగును. ఇది ఫెర్రస్ హైడ్రాక్సైడ్. గాలిలో ఇది అతివేగముగా పిశంగవర్ణముగల ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్‌గా మారిపోవును.

ఫెరిక్‌ఆక్సైడ్ ($Fe_2O_3$) : ఇది ప్రకృతిలో అనేక రకముల ముడి ఖనిజములలో ఉండును. ఫెర్రస్‌సల్ఫేట్ లవణము (అన్నభేది)ను గాలిలో కాల్చిన లభ్యమగును :



$$2\,FeSO_4 = Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

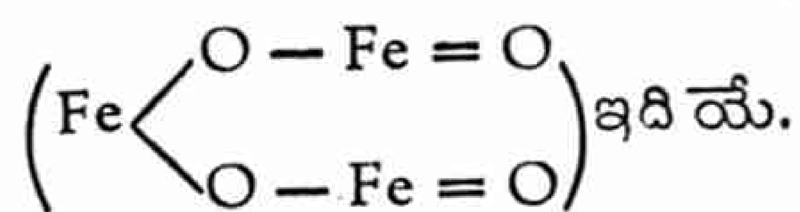
ఇది ఇటుకరంగుగల చూర్ణము (అన్నభేదిభస్మము). ఫెర్రిక్ లవణమునకు కాస్టిక్‌సోడా లేదా అమోనియా ద్రావణమును కలిపిన ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ (ఇటుక రంగు) ముద్దగా అవక్షిప్తమగును.



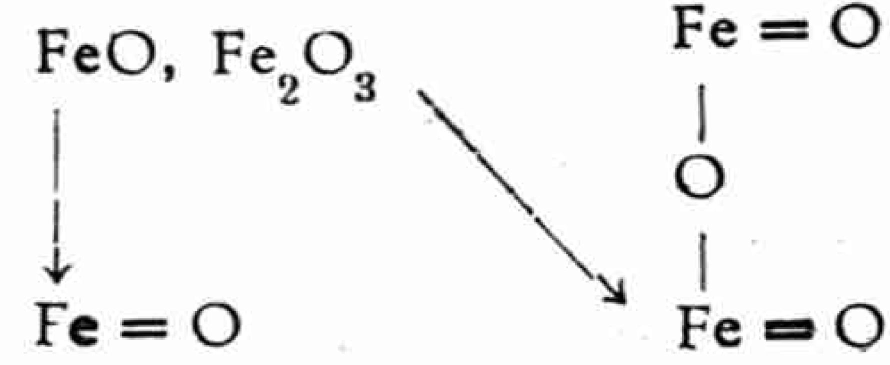
$$FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$$

దీనిని $Fe_2O_3$, $3H_2O$, ఉదకిత ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌గా కూడ భావించవచ్చును. ఇదియే త్రుప్పు. ఇదికూడ అనేక ఖనిజరూపములలో ప్రకృతిలో దొరకును.

ఫెర్రోజో-ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ లేదా కాంతభస్మము ($Fe_3O_4$): ఇది లవణాక్సైడ్‌ల వర్గమునకు చెందినది. ఇనుము ధాతువునకున్నట్లు దీనికికూడ సూదంటురాయిచే ఆకర్షించబడు గుణము ఉన్నది. దీని ఖనిజరూపమునకు కాంతలోహమని పేరు. ఇది మొట్టమొదట మానవుడు కనిపెట్టిన అయస్కాంతము;




కమ్మరి, ఇనుమును గాలిలో కాల్చి సుత్తితో బాదినపుడు పెచ్చులుగా ఊడిపోవు ద్రవ్య మిదియే. ఇనుమును గాని, ఇనుము యొక్క ఏ ఆక్సైడ్‌నుగాని, గాలిలో చాల కాలము కాల్చినపుడు మిగులునది ఇదియే. రెండు, మూడు, సంఖ్యలుగల రెండుభిన్న యోజనీయతలను ఇనుము కనపర్చును.




ఈ భిన్న యోజనీయతలకు అనుగుణముగా రెండు భిన్న శ్రేణులయౌగికముల నిచ్చును. వాటికి ఫెర్రస్‌లవణములు (ఇనుము-2 లవణములు), ఫెర్రిక్ లవణములు (ఇనుము-3 లవణములు) అని పేరు.

ఇవిగాక ఇనుము కొన్ని విధములగు క్లిష్టయౌగికములను (వెర్నర్ యౌగికములను) కూడ నిచ్చును. ఫెర్రస్ యౌగికములు అస్థిరములు. ఆక్సీహరణములు, గాలిలోను, ఆక్సీకరణద్రవ్యముల సంపర్కమున, శీఘ్రముగా ఫెర్రిక్ యౌగికములుగా మారిపోవును. ఫెర్రిక్ యౌగికములు మాత్రము అంతఆక్సీకారకములు కావు.

ఇనుమును క్లోరిన్ ప్రవాహములో వేడిచేసినచో ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ (యోజనీయత = 3) ఏర్పడును. దీని స్ఫటికములు నల్లగా చేప పొలుసులవలె ఉండును. ఇది నీటిలో అధికముగా కరగును. నీటితో సంయోగించి వివిధములగు ఉదకితములు ఏర్పడును. ప్రయోగశాలలో మనముపయోగించెడు పిశంగవర్ణముగల ఫెర్రిక్‌క్లోరైడ్, ఫెర్రిక్‌క్లోరైడ్ హెక్సాహైడ్రేట్ ($FeCl_3$, $6H_2O$).

ఫెర్రస్‌క్లోరైడ్ ($FeCl_2$) : ఇనుమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరిగించిన లభ్యమగును. అతి సులభముగా గాలిలో (ఫెర్రిక్‌క్లోరైడ్‌గా) ఆక్సీహరించబడును. రంగులేని స్ఫటికములు.

ఫెర్రస్‌సల్ఫైడ్ (FeS) : ఇనుమును గంధకముతో కలిపి వేడిచేసిన తయారగును. ఐరన్‌పైరిటీస్ అను ఖనిజము (ఐరన్‌డైసల్ఫైడ్ = $FeS_2$).

ఫెర్రిక్‌సల్ఫైడ్ ($Fe_2S_3$) : ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను నీటిలోనుంచి హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్‌వాయువును పంపించిన తయారగును. ఇది చాల అస్థిరమైన యౌగికము. ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్, గంధకములక్రింద విశ్లేషించును.

ఫెర్రస్‌సల్ఫేట్ : ఇనుమును విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరిగించిన ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును సాంద్రీకరించిన ఉదకితమగు లవణము, లేతఆకుపచ్చరంగుగల స్ఫటికములుగా లభ్యమగును ($FeSO_4$, $7H_2O$). దీనికి 'అన్నభేది' అని వ్యవహారము. ఐరన్‌పైరిటీస్ ఖనిజమును నీటితో తడిపి గాలిలో పరచి ఆక్సీకరించిన ఈ లవణము ఏర్పడును. ఇదియే దీనిని తయారుచేయునట్టి పారిశ్రామిక పద్ధతి. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌వంటి ఆక్సీకరణసాధనములు దీనిని అతిసులభముగా ఫెర్రిక్‌సల్ఫేట్ క్రింద ఆక్సీకరించును. అమోనియమ్

సల్ఫేట్‌తో కలిసి ఒక ద్విలవణము నిచ్చును. దీని సాంకేతికము [$FeSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$, $6H_2O$], లేత ఆకుపచ్చ రంగుగల స్ఫటికసముదాయము. దీనికి మోర్స్లవణ మని పేరు. ఇది ప్రయోగశాలయందు చాల ఉపయోగించు లవణము. ఇది ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ వలె అంత త్వరితముగా ఆక్సీకరించబడదు. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును ప్రమాణీకరించుటలో దీనిని వాడుదురు.

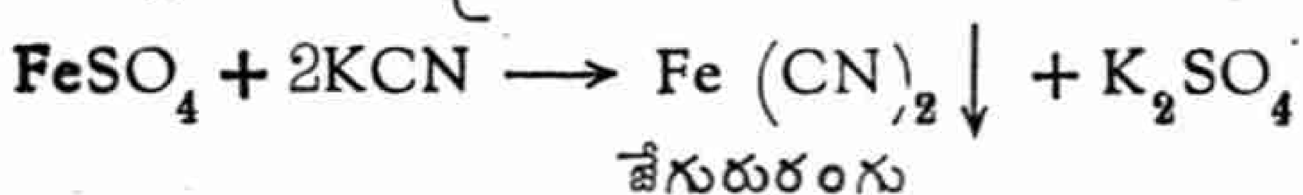
ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ బజారులో దొరకు అన్న భేది. సిరాను తయారుచేయుటలో దీనిఉపయోగము చాల కాలమునుండి పరిచితము. ప్రస్తుతకాలమునకూడ సిరాపరిశ్రమకు ఇది ముఖ్యమైన ముడిద్రవ్యము.

ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్ [$(Fe_2(SO_4)_3$]: ఫెర్రస్ సల్ఫేట్‌ను ఆక్సీకరించిన లభ్యమగును. ద్రావణమునుండి అష్టాదశోదకిత లవణముగా ద్రావణమును సాంద్రీకరించిన వేరగును. [$Fe_2(SO_4)_3$, $18H_2O$]. అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌తో ఇది ఏర్పడు ద్విలవణము; క్రింది సాంకేతికమువలన తెలియవచ్చు సంఘట్టనము కలది: $Fe_2(SO_4)_3$. $(NH_4)_2SO_4$, $24\,H_2O$. ఇది తేనెరంగుగల స్ఫటికద్రవ్యము.

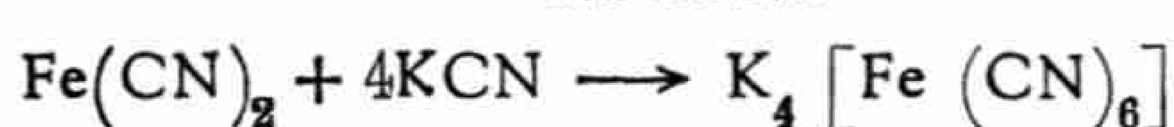
దీని స్ఫటికములు పటికజాతిలో చేరినవి, మామూలు బజారుపటిక యొక్క స్ఫటికాకారము సమాష్టఫలకము. ఈ లవణముకూడ ఈ ఆకృతిలోనే స్ఫటికీభవించును. ఈ పటికలన్నియు సమాకృతిక ద్రవ్యములు.

ఇనుముయొక్క క్లిష్ట యౌగికములు: గుణాత్మకవిశ్లేషణమందు శోధకద్రవ్యములుగాను, ఫలితద్రవ్యములుగాను తరుచుగా వాడుచుండుటచే ఈ యౌగికముల పరిచయము మిక్కిలి ఆవశ్యకము. ఇందులో రెండు శ్రేణులు కలవు. అందొకదానిలో ద్వియోజనీయధాతువు, రెండవదానిలో త్రియోజనీయధాతువు కేంద్ర పరమాణువులుగా ఆచరించును. మొదటివాటికి ఫెర్రోక్లిష్టములు, రెండవవాటికి ఫెర్రీక్లిష్టములు అని వ్యవహారము.

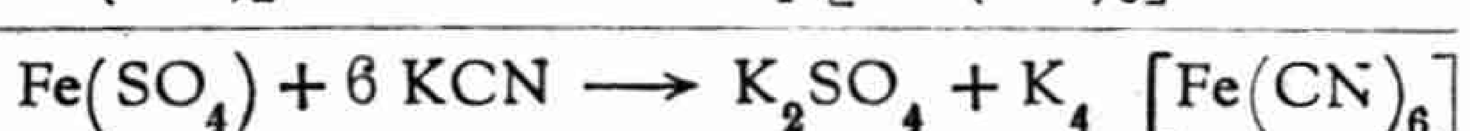
ఫెర్రస్‌క్లిష్టయౌగికములు: ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ వంటి ఫెర్రస్ లవణద్రావణమునకు పొటాసియమ్ సైనైడ్ ద్రావణమును చేర్చి వెచ్చచేసినపుడు మొదట జేగురురంగు ద్రవ్యమొకటి అవక్షిప్తమై అది మరల ద్రావణములో కరగి పసుపురంగుగల ద్రావణము మిగిలియుండును.



$$FeSO_4 + 2KCN \longrightarrow \underset{\text{జేగురురంగు}}{Fe(CN)_2\downarrow} + K_2SO_4$$



$$Fe(CN)_2 + 4KCN \longrightarrow K_4[Fe(CN)_6]$$



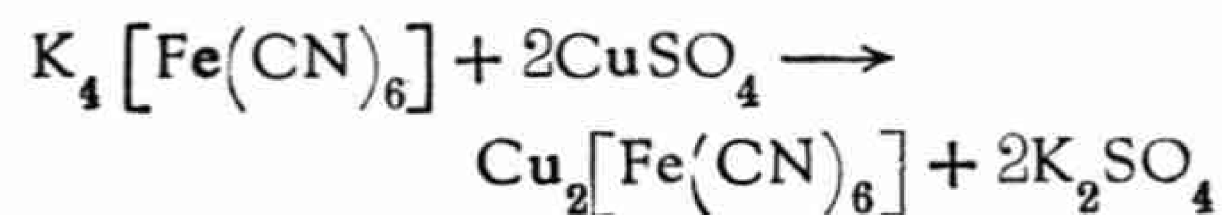
$$Fe(SO_4) + 6\,KCN \longrightarrow K_2SO_4 + K_4\,[Fe(CN)_6]$$

ఈ ద్రావణమును ఇగురబెట్టిన మోనోక్లినిక్ పద్ధతికి చెందిన పసుపురంగు స్ఫటికములు లభ్యమగును. దీని పేరు పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్; దీని సాంకేతికము $K_4[Fe(CN)_6]$

పారిశ్రామికముగా, దీపములకు ఉపయోగించు వాయువును శోధించుట కుపయోగించిన ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్‌నుండి ఉత్పన్నమగు సైనైడ్‌ను ముడిద్రవ్యముగా ఉపయోగించి దీనిని తయారుచేయుదురు. దీని జలద్రావణము ఫెర్రస్ ఇనుముచూపు రాసాయనిక చర్యలను చూపదు. అందువలననే ఇనుము క్లిష్టయౌగికములో ఇరుక్కొనినదని అనుకొనవలసివచ్చినది.

దీనికి గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్చినచో దీని కనుగుణమగు హైడ్రోఫెర్రోసైనిక్ ఆసిడ్ (తెల్లని అవక్షేపము) విడుదలయగును [$H_4Fe\,(CN)_6$].

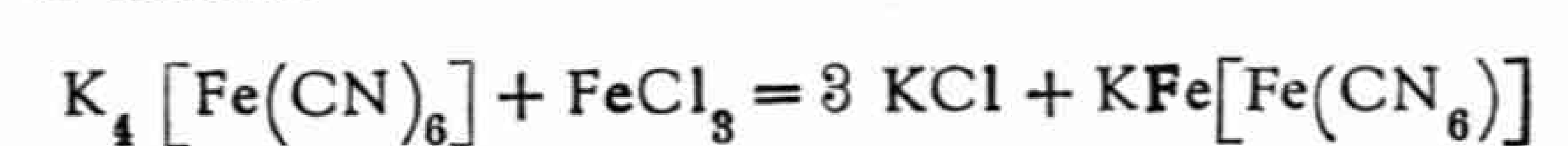
పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ ద్రావణమును ధాతులవణములకు చేర్చినచో ఆయాధాతువుల ఫెర్రోసైనైడ్‌లు అద్రావ్యములగుటచే అవక్షేపములుగా విడిపోవును. ఈ ధాతుఫెర్రోసైనైడ్‌లలో కొన్నిటికి విశిష్టమైన రంగులు కలవు:



$$K_4[Fe(CN)_6] + 2CuSO_4 \longrightarrow Cu_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4$$

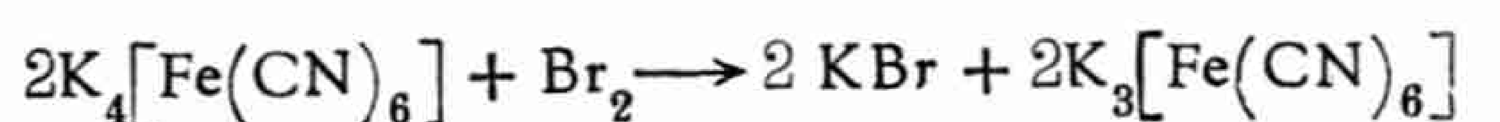
కాపర్ ఫెర్రోసైనైడ్ చాక్‌లేట్ రంగుగల అవక్షేపము. దీనికి జిగురుస్వభావము ఉండుటచే ద్రవాభిసరణ ప్రయోగములలో అర్ధప్రసార్యమగు పొరగా ఉపయోగించుటకు వీలైనది.

ఫెర్రిక్ లవణములతో ఈ పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ ద్రావణము తళతళలాడు నీలిరంగుగల అవక్షేపమును ఇచ్చును. దీనికి 'ప్రష్యన్ బ్లూ' అని పేరు. దీనిని పెయింట్‌గా వాడుదురు.



$$K_4\,[Fe(CN)_6] + FeCl_3 = 3\,KCl + KFe[Fe(CN_6)]$$

కాస్టిక్ సోడా ద్రావణముతో మరగించినపుడు 'ప్రష్యన్ బ్లూ' ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను, సోడియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్‌ను ఇచ్చును. కనుక దానికి పై సాంకేతికము నీయవలసివచ్చినది. పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్, బ్రోమీన్ వంటి హేలొజన్‌తో పొటాసియమ్ ఫెర్రీసైనైడ్‌గా ఆక్సీకరించబడును:



$$2K_4[Fe(CN)_6] + Br_2 \longrightarrow 2\,KBr + 2K_3[Fe(CN)_6]$$

ఈ ప్రక్రియాఫలమగు పొటాసియమ్ ఫెర్రీసైనైడ్ ఎర్ర రంగుగలస్ఫటికములను ఇచ్చును. ఈ లవణము శోధనాగారమందు ఫెర్రస్ ఇనుమును గుర్తించుటకు శోధకద్రవ్యముగా వాడుకలోనున్నది. ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు పొటాసియమ్ ఫెర్రీసైనైడ్ ద్రావణమును చేర్చి

నప్పుడు మరల గాఢనీలివర్ణము కలిగిన అవక్షేపము లభ్యమగును. దీనికి 'టర్నుబుల్ బ్లూ' అని పేరు:

$$3FeSO_4 + 2K_3[Fe(CN)_6] = 3K_2SO_4 + Fe_3[Fe(CN)_6]_2$$

'టర్న్‌బుల్ బ్లూ', 'ప్రష్యన్‌బ్లూ' ల సంఘట్టనములకు విస్తారము భేదమున్నట్లు కనబడదు. వీటిలో కుండలీకరణముల వెలుపల, లోపల నున్న ఇనుము ఏ ఆక్సీకృతస్థితిలో ఉన్నదో చెప్పుట చాలకష్టము. వెలుపల, లోపలనున్న ధాతుపరమాణువులు స్థానభేదము గావించుకొనగల వన్నట్లు ప్రయోగమువలన తెలియుచున్నది. ఆ కారణమున వీటి సాంకేతికములు నిశ్చయముగా తెలియలేదు.

ధాతుఫెర్రోసైనైడ్‌లుకాక మరికొన్ని ధాతుఫెర్రో, ఫెర్రీ సైనైడ్‌లు, వాటిలవణ ద్రావణములకు పొటాసియమ్ ఫెర్రో, ఫెర్రీ సైనైడ్‌లు చేర్చిన లభ్యమగును.

జింకుఫెర్రోసైనైడ్ $\{Zn_2[Fe(CN)_6]\}$; జింకు ఫెర్రీసైనైడ్ $\{ZnK[Fe(CN)_6]\}$; సిల్వర్ ఫెర్రో సైనైడ్ $\{Ag_4[Fe(CN)_6]\}$; సిల్వర్ ఫెర్రీసైనైడ్ $\{Ag_2K[Fe(CN)_6]\}$ మొదలగునవి.

ఈ క్లిష్టధాతు సైనైడ్‌లన్నియు నీటిలోకరుగవు సరికదా గాఢఆమ్లములలో, మహాద్రావకములోకూడ కరుగవు. గుణాత్మకరాసాయనిక విశ్లేషణమందు తారసిల్లు అద్రావ్యములలో ఇవి ఒకప్రధానవర్గము. మే. వ. న.

**ఇన్వార్ ఉక్కు** : 36% నికెల్ రాశిగల ఉక్కునకు ఇన్వార్ ఉక్కు అనిపేరు. దీని వ్యాకోచక గుణకము చాల తక్కువ. ఇది గడియారపు లోలకములను చేయుటకు వాడుకలో నున్నది. (చూ. ధాతుమిశ్రములు) * * *

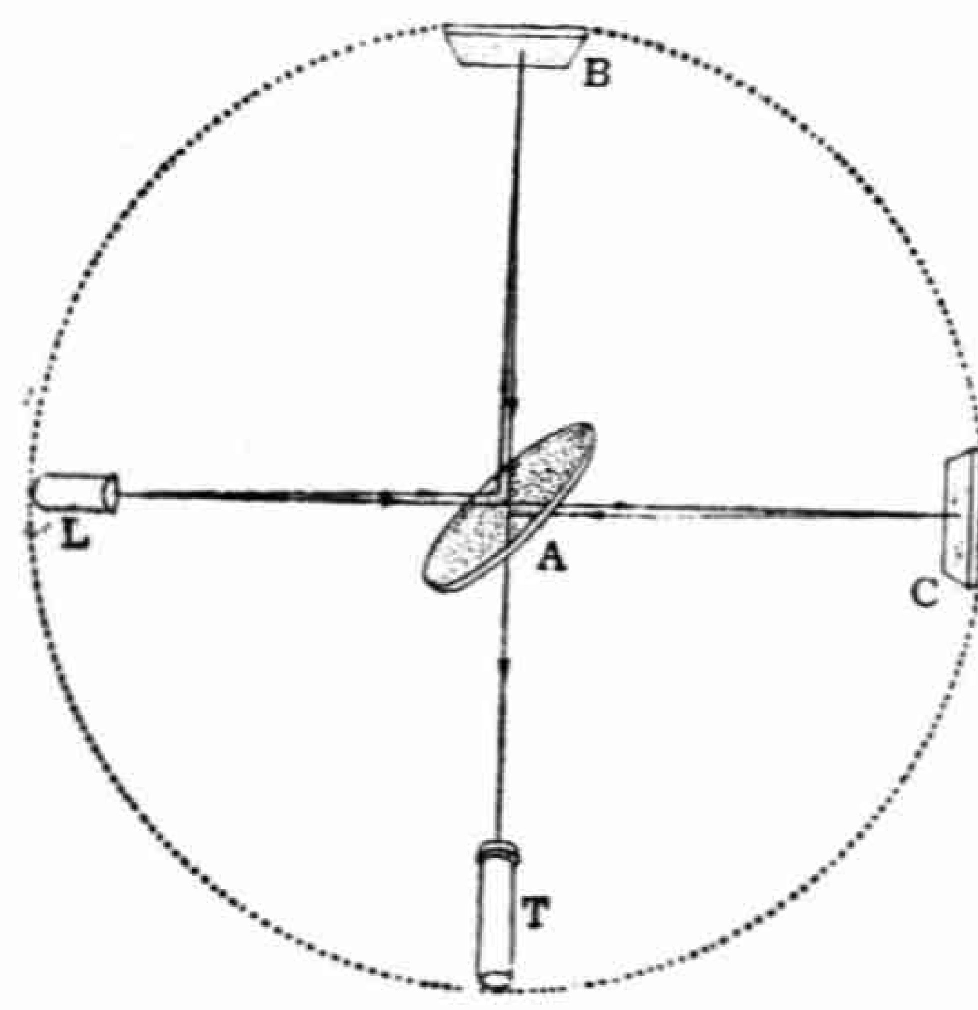
**ఇరిడియమ్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 77 ; సంకేతము Ir ; పరమాణుభారము 192.2 ; విశిష్ట గురుత్వము 22.54. ఇరిడియమ్ విడిగా ఉన్నప్పుడు తెల్లగా ఉండును. ద్రవాంకము 2443°C ; క్వథనాంకము 5300°C. అధిక తాపక్రమము జనింపజేయు పారిశ్రామికపు పొయ్యిలలోను, ధాతువులు కరగు మూసలుతయారు చేయుటకును, ప్లాటినమ్‌తో మిశ్రముచేసి ధాతుమిశ్రము చేయుటకును ఇరిడియమ్‌ను ఉపయోగింతురు. * * *

**ఇలినియమ్** : చూ. ప్రొమెతియమ్.

**ఈతర్** (రాసాయనిక): అత్యధిక బాష్పశీలమైన ద్రవము. రంగులేనిది; ఆల్కహాల్‌ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో ప్రతికరింపజేసి ఎథిల్ ఈతర్ $(C_2H_5)_2O$ ను తయారుచేయుదురు. ద్రావ్యముగాను, శస్త్రచికిత్సయందు మత్తును కలిగించుటకు ఉపయోగింతురు. ఈతర్ సాంకేతిక స్వరూపము $R_2O$ ; ఇచ్చట $R_2$ అనగా $C_2H_5$. డైఎథిల్ ఈతర్ యొక్క అణుసాంకేతికము $(C_2H_5)_2O$. * * *

**ఈతర్** (భౌతికవిజ్ఞానము): కాంతివేగము నిశితముగ నిశ్చితమైన తరువాత ధ్వనికి వాయుతరంగములు, ఉదకతరంగములకు ఉదకము యానకము లగునట్లు శూన్యముగుండ ప్రసరించగల సామర్థ్యముగల కాంతికొక పారదర్శక విశ్వవ్యాప్త నిర్భారసూక్ష్మ ద్రవ్యము (దానికి ఈతర్ అని పేరిడబడినది.) ఉండవలె నని ఊహించబడినది. 19వ శతాబ్దపు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు ఈతర్ యొక్క వాస్తవికతను గురించి అచంచల విశ్వాసము కలవారలు. కాంతివహనకార్యము పరిపూర్ణముగ నిర్వహించుటకు కాంతికి ఆరోపితమైన సూక్ష్మత అనగా అతి నిమ్న సాంద్రత, అత్యధిక దార్ఢ్యము ఈ రెండు గుణములు పరస్పర అసంగతములని తెలిసినను, కాంతి తరంగరూప ప్రసార మని భావించబడినన్నాళ్ళు ఈతర్ భావము అపరిత్యాజ్యమైనది. ఈతర్ ఉనికిని రుజువుచేయుటకు మైకేల్సన్-మార్లీ (1887) గావించిన ప్రయోగములు దాని అభావమును ఉద్ఘోషించినవి. నాటినుండి ఈతర్ భావము భౌతిక విజ్ఞాన క్షేత్రము నుండి నిరవశేషముగ బహిష్కరించబడినది. ఈతర్ స్థానమును విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము లేదా అవకాశము నేడు ఆక్రమించినది.

మైకేల్సన్-మార్లీ ప్రయోగము : భూమి సూర్యునిచుట్టు తక్కిన గ్రహములతోపాటు వేగముగా తిరుగుచున్నది. నిశ్చలముగానున్న గాలిలో మనము కొంత వేగముతో పరుగెత్తునపుడు మనవైపుకు గాలివీచుచున్నట్లు మనకు తోచును. అట్లే విశ్వమంతట క్రిక్కిరిసియున్న ఈతర్ లో పరుగెత్తుచున్న భూమిపై ఈతర్ ప్రవాహ ప్రభావము కనపట్టవలయును. ప్రవహించునదిలో ఒకనియత స్థానమునుండి తిన్నగా నది పారు దిక్కున కొంత దూరము ఒక మనుజుడు ఈది, తిరిగి మొదటిస్థానమును చేరుటకు పట్టుకాలము, అంతేదూరము నదీప్రవాహమునకు అడ్డముగా ఈది, బయలుదేరినస్థానమునకు మరల వచ్చుటకగు కాలముకన్న కొంచెము ఎక్కువ అగునని మన అనుభవము సూచించుచున్నది.



మైకేల్సన్ ప్రయోగము

ఈతర్ ప్రవాహము నిజముగా నున్నచో ఈతగానికి బదులుగా నుంచిన వెలుతురు కిరణము ప్రవాహముతో

కొంతదూరము పయనించి మరల ప్రవాహమునకు ఎదురుగా మొదటిస్థానమును చేరుటకగు కాలముకన్న ప్రవాహమున కడ్డుగా అంతేదూరము ముందు వెనుకలకు పయనించు కాలము తక్కువ కావలెను. ప్రయోగములో ఒక వెలుతురు కిరణమును పలుచని కళాయిపూతగల అద్దము తలముపైకి పంపినపుడు ఒక భాగము పరావర్తిత మగును. మిగిలిన భాగము అద్దము వెనుకకు ఋజుమార్గమున పోవును. ఊర్ధ్వదిశకు ఒక నియతకోణములో ఏటవాలుగా నుండునట్లు అద్దమునుంచిన పరావర్తితకిరణము పారప్రేషిత కిరణమునకు సరిగ లంబముగా నుండును. ప్రాయోగికముగ ఈ సన్నివేశమును చిత్రమందు (చూ. పు. 213) చూడవచ్చును.

ఎడమవైపునుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణము కేంద్రమందు ఏటవాలుగా అమర్చబడిన A అను దర్పణముచే పరస్పరము లంబముగా నుండు రెండుకిరణములుగా చీలికలైనది: అందొకభాగము C అను దర్పణముచేతను, రెండవది B అను దర్పణముచేతను ప్రతిఫలితములై కేంద్ర దర్పణమును చేరుకొనును. ప్రతిఫలిత కిరణసంయోగము T అను దూరదర్శని ద్వారా చూడవచ్చును.

పరస్పరము లంబముగా నున్న ఈ రెండు కిరణములలో ఒకటి ఈతర్ ప్రవాహదిశలోను, రెండవది ప్రవాహమునకు అడ్డుదిశలోను (అనగా, ఒడ్డునుంచి ఒడ్డుకు) ప్రసరించవలెను. ఒక కిరణము రెండవదానికన్న కొంచెము ఆలస్యముగా కేంద్రస్థానమున ఉన్న దర్పణములపై బిందువును చేరుకొనుటచే, కాంతికిరణముల మిథోఘట్టన సంభవించును. మిథోఘట్టన (చూ. మిథోఘట్టనము) ఫలముగా వెలుతురు, చీకటిచారలు పరికరమం దమర్చిన దూరదర్శనిగుండా చూచినప్పుడు కనబడినవి. ఈతర్ వాస్తవికమైనచో పరికరమును 90° కోణమునకు త్రిప్పినప్పుడు కిరణదిశలలో కలిగిన మార్పువలన చారల స్థానములలో మార్పు కనపడవలయును. అట్టిమార్పేదియు గోచరించలేదు. అనగా, ఈతర్ సముద్రమందు భూమిపయనించు జాడలేమియుకనపడలేదు.

ఈ ప్రయోగ వైఫల్యము ఐన్‌స్టయిన్‌చే ప్రతిపాదింపబడిన సామాన్య సాపేక్షతావాదమునకు ప్రస్తావబీజమైనది (చూ. సాపేక్షతావాదము). మే. వ. స.

**ఉక్కు** : చూ. ఇనుము పు. 208.

**ఉత్ప్లవనము** : చూ. (1) ముడి ఖనిజములు, ఖనిజములు, ధాతుసాధన ; (2) తేలుట.

**ఉత్పతనము**: చూ. రాసాయనికసామాన్య విధానము.

**ఉదజని** : చూ. హైడ్రోజన్.

**ఉదజనీకరణము** : చూ. హైడ్రోజనీకరణము.

**ఉష్ణతాపారగమనము** : శక్తిస్వరూపమైన ఉష్ణత ఒకతావునుండి వేరొక తావునకు పోవుటకే 'ఉష్ణతాపారగమనము' అనిపేరు. ఉష్ణతాప్రేషణము మూడు విధములుగ జరుగుచున్నది. వానికి వహనము (కండక్షన్), సంవహనము (కన్వెక్షన్), వికిరణము (రేడియేషన్) అనిపేర్లు.

వహనము: ఉష్ణతావహన ప్రక్రియచే ఉష్ణతాపారగమనము జరుగును. దీనికి యానకము ఆవశ్యకము. ఉష్ణతావహన ప్రక్రియయందు ద్రవ్యాణువులు ఒకవైపునుండి ఉష్ణమును గ్రహించి తమ స్థానములను విడువకయే మరియొక వైపుకు ఉష్ణము వ్యాపించునటుల చేయును. ఘనస్థితియందలి ద్రవ్యాణువులే ఈ చర్యకు అధికముగ తగియున్నవి. ఒక పొడవైన ఇనుపకడ్డీయొక్క ఒకకొనను కొలిమియందుంచి రెండవకొనను చేతిలో ఉంచికొనినచో కొద్ది నిమిషములకే చేతికి వేడి తగులును. ఉష్ణతావహన పద్ధతియందు అణువుల సహాయమున ఉష్ణము వ్యాపించును. ధాతువులలో ఉష్ణతావహనము అతిత్వరితముగా జరుగును. కనుక, వానిని ఉత్తమ ఉష్ణతావాహకములు అనిరి. వెండి అత్యుత్తమ వాహకము. తరువాత రాగి మంచివాహకము. కనుక కాగులకును, వంటపాత్రలకును రాగినే ఉపయోగింతురు. గాజు, అభ్రకము, రాతినార, కొయ్య, కాగితము మొదలగునవి వేడిని త్వరితముగా పంపజాలనందున వానిని 'మందవాహకములు' అనిరి. ద్రవములలో ఉష్ణతావహనము అతిస్వల్పము. వానిలో పాదరసము ధాతువు కనుక ఉత్తమ వాహకము. వాయువులలో ఉష్ణతావహనము స్వల్పతమము; వానిలో హీలియమ్, హైడ్రోజన్ ఉత్తమ వాహకములు.

నిత్యజీవితమందు ఉష్ణతావహనమును ఆపుదల చేయవలసిన ఆవశ్యకత తరుచుగా కలుగుచుండును. ఉన్ని దుస్తుల ధరించి శరీరములోని వేడిమి పైకి పోకుండ అరికట్టుదురు. మంచుగడ్డ కరిగిపోకుండ కాపాడుటకై రంపపు పొట్టులో దాచియుంచుదుము. శీతలీకరణ యంత్రము (రెఫ్రిజిరేటర్)లోని చల్లదనమును కాపాడుటకై బెండు, ఉన్ని, ఎబొనైట్ జల్లెడలు వాడుదురు. భవననిర్మాణమున గుల్లకాంక్రీటు ఉపయోగింతురు. ఆవిరి గొట్టములచుట్టు రాతినార, మగ్నీషియా చుట్టుదురు. కొలిమి నిర్మాణమున గుల్ల ఇటుకను ఉపయోగింతురు. వీటన్నిటిలోను అణువుల మధ్యనున్న మందవాహకమగు గాలియే ఉష్ణతను బైటికి పోకుండ చాలవరకు ఆపుదలచేయుచున్నది.

సంవహనము: ఈ క్రియకుకూడ యానక మావశ్యకము. ఇది ప్రవాహులు అగు ద్రవ్యములందు (అనగా ద్రవములందు, వాయువులందు) కాననగును. ద్రవ, వాయు

స్థితుల యందలి ద్రవ్యాణువులు సహజమైన చలనశీలత వలన ఈ చర్యకు తగియున్నవి. ఒకపాత్రలో నీరుంచి అడుగున వేడిచేసినచో, మంటకు సమీపముననున్న నీటి భాగము వేడిని గ్రహించి వ్యాకోచముచే చుట్టుపట్లనున్న చల్లనినీరుకన్న తేలికై, సాంద్రతా భేదమువలన పాత్ర నడుమగా పైకిపోవును. చల్లనినీరు బరువగుటచే ప్రక్కల నుండి అడుగుభాగముచేరి మంటనుండి వేడిని గ్రహించును. సాంద్రతాభేదము వలన కలిగెడి ద్రవప్రవాహములను సంవహన ప్రవాహములు అనిరి. ద్రవ, వాయువులలో ఉష్ణతావ్యాపనము సంవహన ప్రవాహములవలననే అతి త్వరితముగా జరుగును.

నివసించుగదులలో వెంటిలేటర్‌లు అనబడు చిన్న కిటికీలు ఎత్తున గోడలకమర్చినచో గదిలోనివారు విడచు వేడి కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువు వాటిద్వారా వెలుపలకు పోయి పరిశుభ్రమైనగాలి ధారాళముగా దిగువనున్న కిటికీలద్వారా లోనికి ప్రవేశించును. లాంతర్లకును, ఫ్యాక్టరీలకును చిమ్నీలమర్చి మంటకు అవసరమగు గాలిప్రవాహము కలుగునటుల చేయుదురు. వేడిగాలి తేలికగనుక అది పోవుమార్గము ఎత్తున ఉండును. చల్లటిగాలి బరువు కనుక అది ప్రవేశించుమార్గము అడుగున ఉండును.

ప్రకృతియందు సహజమైన సంవహన ప్రవాహములు ఉన్నవి. వేసవిలో సముద్రతీరమున పగటివేళ సూర్యరశ్మికి భూమి త్వరగా వేడెక్కును. ఆ వేడిని సంవహనమువలన పైగాలి గ్రహించి తేలికయై పైకి పోవును. అందుచే మధ్యాహ్నకాలము నుండియు చల్లని సముద్రపవనము భూమివైపు వీచును. నీరు మెల్లగా ఉష్ణమును గ్రహించును గాన రాత్రివేళ సముద్రముపై గాలి సంవహనము వలన నీటి ఉష్ణతను గ్రహించి తేలికై పైకిపోవును. అందుచే భూపవనము సముద్రముమీదకు వీచును. ఉత్తరార్ధగోళమున ఈశాన్యమునుండి నైఋతివైపునకు, దక్షిణార్ధగోళమున ఆగ్నేయమునుండి వాయవ్యముగా వీచువ్యాపార పవనములుకూడ సంవహన ప్రవాహములే.

**వికిరణము :** ఈ క్రియకు యానకము అక్కరలేదు. కాంతి వ్యాపనమునుబోలి, కిరణగతిని కాంతి వ్యాపించు వేగముతో వేడివస్తువు తన ఉష్ణమును ప్రసరింపజేయును. ఉష్ణతాకిరణములు మధ్యనున్న యానకమును వేడిచేయకయే, అవి తాకు వస్తువులను వేడిచేయును. సూర్యునినుండి మనకు లభించు వేడిమి ఉష్ణతావికిరణ పద్ధతిని భూమిని చేరుచున్నది. నల్లటివస్తువు ఉత్తమవికిరణి; త్వరలో ఉష్ణమును కోల్పోగలదు; బయటినుండి గ్రహించగలదు. మసిబట్టిన కాగులు, నల్లని వంటపాత్రలు త్వరలో ఉష్ణమును కోల్పోగలవు. మసిబట్టిన కాగులు, నల్లని వంటపాత్రలు త్వరలో ఉష్ణమును గ్రహించగలవు. బాగుగా మెరుగు పెట్టబడినవస్తువు మందవికిరణి.

**తెర్మోస్‌ఫ్లాస్క్ :** ప్రక్కపటమున తెర్మోస్‌ఫ్లాస్క్ చూపబడినది. ఇందుంచబడిన ద్రవ్యము తన ఉష్ణతను కోల్పోక, వెలుపలి ఉష్ణతను గ్రహించక కొన్ని గంటలకాలము వరకు ఉండగలదు. 1891లో జేమ్స్‌డ్యూవర్ దీనిని కనిపెట్టి ద్రవముగా నొనర్చినగాలిని దాచియుంచుటకు ఉపయోగించెను. ప్రస్తుతము నేడి పానీయములను, చల్లటిపానీయములను దాచియుంచుటకు వాడుచున్నారు దీనిలోని ముఖ్యభాగము రెండుగోడలుగల గాజుపాత్ర; గోడలమధ్య శూన్యప్రదేశము ఉండును. లోపలి గోడకు వెలుపలను, వెలుపలిగోడకు లోపలను కళాయిపూత ఉండును. శూన్యప్రదేశములోనుండి ఉష్ణతావహనము, సంవహనము జరుగవు. కళాయిపూత వేడిమిని పరావర్తనమొనరించి వికిరణమును చాలవరకు తగ్గించును. ච. స. నా.



**ఉష్ణతా ప్రభావము :** తాపక్రమాభివృద్ధి, వ్యాకోచము, స్థితిభేదము, విద్యుత్ ఆవిర్భావము, జ్వలనమువంటి ఫలితములు ఎన్నో ఉష్ణతవలన కలుగుచున్నవి. స్థూలదృష్టికి ఇవన్నీ వేర్వేరుగా గోచరించిననూ వైజ్ఞానిక దృష్టికి వీటి పరస్పర సంబంధము తేటగా కనబడిపోవును. ఉష్ణతాతత్త్వమును గుర్తించుటలో ప్రథముడైన రమ్‌ఫర్డ్ పదార్థములలోని కణముల చలనమే వాటి ఉష్ణము అన్నాడు. అట్లే అయినప్పుడు పైఫలితము లన్నీ చక్కగా అన్వయమైపోవును. ద్రవ్యములోని కణములకన్నిటికీ నైసర్గికమైన చలనము కలదు. ఘనము, ద్రవము, వాయువు పస్థితిలో ఉన్న పదార్థమునైనాసరే వెచ్చపెట్టినపుడు దానికణముల చలనము అధికమగును. ఈ చలనోగ్రతయే స్పర్శేంద్రియమునకు తాపక్రమముగా గోచరించుచున్నది. ఒక వస్తువులోని కణముల చలనోగ్రత మొత్తముమీద ఎక్కువైనప్పుడు ఆ వస్తువు పరిమాణముకూడ ఎక్కువగును. నీరు నిండిన కుండను వెచ్చబెట్టినపుడు నీరు పొర్లిపోవడమూ, పూరించిన రబ్బరుబెలూన్‌ను ఎండలో పెట్టినపుడు అది పేలిపోవడమూ, ఇందువల్లనే, గోళీసోడాబుడ్డిలో బంధింపబడ్డ కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వేసంగి మధ్యాహ్నపువేడికి పరిమాణమధికమగుటకు అవకాశము లేకపోవుటచేత ప్రేషమును పెంచుకుని గాజు బుడ్డిని బ్రద్దలగునట్లు చేయుచున్నది. ఇది వేడిమివల్ల వాయుప్రేషము ఎక్కువగు ననుటకు ఉదాహరణము. నిర్దిష్ట పరిమాణము ఉండుటవల్ల (ఉష్ణమువల్లకలిగే)

వ్యాకోచమును ఘనపదార్థములు సులువుగా చూపించును (ఉదా: రైలుపట్టా, బండిపట్టా ఇత్యాది). స్ఫటికాకారము గల ద్రవ్యములలోని కణములకు మూడుదిశలలోనూ వేరైన పేర్పుడు ఉండవచ్చును. వీటిని వేడిచేసినప్పుడు ఇవి ముందుకీ, ప్రక్కకీ, పైకి వేర్వేరు నిష్పత్తులలో వ్యాకోచము చెందును. అందువల్ల స్ఫటికములు పరిమాణమంత టనూ మొత్తముగా ఉబ్బినట్లుకాక, మడమలెత్తి చేతులు బారచాచినట్లు పెరుగును. స్ఫటికత్వములేని గాజుముద్ద వంటి ద్రవ్యములుమాత్రము (సాంద్రత లో భేదములులేక పోయినచాలు) మూడు వైపులకును సమానముగానే వ్యాకోచించును. కిటికీ గాజుపలకలో సాంద్రత ఎక్కువ తక్కువలుగా ఉండుటచేత వెచ్చబెట్టినప్పుడు వ్యాకోచము కూడా భేదించి పలకముక్కలయి పోవును. వెచ్చబెట్టిన కొద్దీ వస్తువుల తాపక్రమము, అనగా, కణముల చలనము ఎక్కువగును. ఈ చలనముతోపాటు కణముల మధ్యదూరమూ, తద్వారా వస్తువులోని అవకాశమూ (జాగా) హెచ్చుగుచుండును. చన్నీటిలో కరగగా మిగిలిపోయిన ఉప్పుకణములు ఆనీటిని వెచ్చబెట్టినప్పుడు క్రమముగా కరగిపోవుటకు ఇదే కారణము. వేడిమివల్ల ద్రవముల ద్రావకబలము హెచ్చగును. క్రమముగా వెచ్చబడు ద్రవముయొక్క తాపక్రమము క్వథనాంకము వరకూ పెరిగి అక్కడ మరిపెరుగక నిలచిపోవును. ఆ తరువాత ద్రవములోచేరు ఉష్ణతారాశి ద్రవకణముల కన్నిటికీ తోటికణముల ఆకర్షణశక్తిని ద్రవతలముపైనున్న వాతావరణ ప్రేషమును అతిక్రమించి ఆవిరికణముగా ఎగిరిపోవుటకు చాలినంతశక్తి నిచ్చుటకు ఉపయోగపడును. ఉష్ణత గుప్తమై ఘనములను ద్రవస్థితికిని, ద్రవములను వాయుస్థితికిని, మార్చుచున్న దన్నమాట. కర్పూరము, అయిడీన్‌వంటి కొన్ని ఘనద్రవ్యములను వెచ్చబెట్టినప్పుడు అవి ద్రవస్థితిని చెందక నేరుగా వాయుస్థితికేమారి(హరించి) పోవును. ఇట్టి ప్రక్రియకు ఉత్పతనమందురు. తాపక్రమము క్వథన బిందువును చేరకున్ననూ ద్రవములు అదృశ్యములుగా శోషించి బాష్పముగా మారుచునే యుండును. చెరువులు ఎండిపోవుట, చెమట ఆరిపోవుట, వృక్షములు పీల్చుకున్న నీరు ఆకులకొకవైపున ఉండే స్తోమములద్వారా ఇగిరి పోవుట వాతావరణ ఉష్ణతవల్లనే.

ఉష్ణతవల్ల ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత తగ్గును. ద్రవ్యములోని కణముల చలనముతోపాటు వాటి పరిమాణము ఎక్కువగును. భారము అట్లేయుండి పరిమాణము మాత్రము హెచ్చినపుడు సాంద్రత తగ్గునుకదా! ఈ తగ్గుదల కణముల ఆకర్షణబలము ఎక్కువగానుండు ఘన ద్రవ్యములలో ఏమంత పెద్ద మార్పులు కలిగించదు. కాని, వాయువులలోను, ద్రవములలోను ఈ కారణమువల్ల జరుగు మార్పులే వ్యాపారపవనములు, ఋతుపవనములు, సముద్రజల ప్రవాహములు పుట్టుటకు కారణములు. స్థల, జలపవనములు పైరుగాలి చివరకు కొండగాలికూడ ఉష్ణతాభేదమువల్ల జనించు సాంద్రతాభేదమునుండి కలుగునవే. ఉష్ణమువల్ల సాంద్రతతోపాటు ద్రవముల చిక్కదనము తలతన్యత మారును. ఈ రెండు కేవలము సాంద్రతమీద నేకాక, కణముల పరస్పర ఆకర్షణబలము పైనికూడ ఆధారపడియుండుటచేత ఉష్ణతాప్రభావము ఆ శక్తులపైనకూడ కలదని తెలియవచ్చును. ఘనద్రవ్యములలో కలుగుమార్పులు అల్పములే అయినను ఒక్కొక్కప్పుడు ప్రముఖముగనే ఉండును. అయస్కాంతమును కాల్చినచో అందలి కణముల పేర్పు విచ్ఛిన్నమై ఆకర్షణశక్తి నశించును. రాగి, బంగారమువంటి ధాతువులు కాల్చినప్పుడు కలిగే కణముల చలనమువల్ల పెళుసుదనముతగ్గి సాగగొట్టుటకు వీలుగా మెత్తబడును.

ధాతువుల లోపలిరచన బహుచిత్రమైనది. ధాతువులలో ఎలక్ట్రాన్‌లు కొంత విచ్చలవిడిగా విహరించగలవు. వెచ్చబెట్టినప్పుడు ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ల కలవరముకూడ హెచ్చి ధాతుశరీరములో వీటి సమ (సంఖ్యా) విస్తరణమునకు భంగము కలుగును. ఎలక్ట్రాన్ అనగా, విద్యుదావేశపు కనీస రూపములు కనుక వేడిమివల్లకలిగే ఈ విద్యుదావేశ విభేదము ధాతుశరీరములో విద్యుత్తుల విభేదమునూ,తద్వారా విద్యుత్‌ప్రవాహమునూ కలిగించును. ధాతుమిథునమును (తెర్మోకపుల్) ఉపయోగించినచో ఈ రకపు విద్యుత్‌ప్రవాహమును పెంచవచ్చును. ఈ ప్రవాహమును కొలిచి వెచ్చపెట్టినభాగపు తాపక్రమమును లెక్కగట్టవచ్చును. కరిగియున్న ధాతువుల కీ రీతినే కట్టుచున్నారు. ధాతువులలో సంచారి ఎలక్ట్రాన్‌లుండునంటిమి. విద్యుత్‌ప్రవాహమనగా, ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహమే. ధాతువును వెచ్చబెట్టినప్పుడు ధాతు అణువుల చలనమధికమై ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లకు - అనగా విద్యుత్‌ప్రవాహమునకు నిరోధము కలుగును. వెచ్చబెట్టినప్పుడు ప్లాటినమ్‌తీగలో గోచరించు విద్యున్నిరోధక అధిక్యతనుబట్టి తాపక్రమము లెక్కగట్టుటకు ఉపయోగించు సాధనము కలదు. అదే ప్లాటినమ్‌రెసిస్టెన్స్ తెర్మామీటరు.

ధాతువులను వెచ్చబెట్టినచో ధాతుశరీరమందలి ఎలక్ట్రాన్‌లు లోపలినుండి వెలుపలికి కూడ తప్పుకొనివచ్చును. ఇది ఒక రీతిగా నీరు ఆవిరియగుట వంటిదే. ఎలక్ట్రిక్ దీపములలోని తీగనుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు వెలువడుచునే యుండును. కాని, వాటినిపట్టి గుర్తించుటకు బల్బులో

వేరొక ధాతుకాడను అమర్చి ఈ కాడను చిన్న విద్యుద్ఘట మాలయొక్క ధనధ్రువమునకు తగిల్చి, ఋణధ్రువమును వెలుగుచున్న తీగకొనకు తగిల్చినచో వెలిగే తీగనించి పైకివచ్చే ఎలక్ట్రాన్‌లు కాడను చేరి విద్యుద్వలయమును నిర్మించును. టెలివిజన్ ప్రయోగములకు ఈ చిన్ని సాధనము ముఖ్యావసరము.

అణువులు, పరమాణువులు విద్యుదావేశమయములు. కనుక, వాటి నడుమ పరస్పరాకర్షణ వికర్షణబలములు ఉండును. వీటి ప్రభావమువలన అణువులు ప్రకంపించును. ఈ కంపనముల అంతరము, తరుచుదనము తాపక్రమమును బట్టి మారుచుండును. ఒక వస్తువుయొక్క తాపక్రమము మారినకొద్దీ దాని అణువుల ప్రకంపనమూ, తద్వారా ఆ వస్తువుయొక్క దీప్తి మారును. అనగా, ప్రతి వస్తువూ తన తాపక్రమ ప్రభావమువల్ల దీపించునన్నమాట. తాపక్రమము హెచ్చినకొద్దీ దీప్తి క్రమముగా ఎరుపై (ఈ రంగుకు నీలహరితములు చేరుటవల్ల), తెలుపై కన్నులకు మిరుమిట్లుగొల్పును. కన్నులు గుర్తించగలదీప్తి ; కాంతి శరీరము గుర్తించేదీప్తి వేడిమి. మన ఇంద్రియములు గుర్తించలేనిదీప్తిని సాధనయంత్రములు రేడియో మైక్రోమీటరు వంటివి గుర్తించగలవు.

వేడిమివల్ల రాసాయనిక క్రియలు ప్రవర్తిల్లును. కాచుటవల్ల గంధకపుపొడి, ఇనుపరజను సంయోగముచెందును. రససిందూరము రసముగాను, ఆక్సిజన్‌గాను వియోగము చెందును. నూరిన ఇసుకతో కలిపి కాల్చుటవల్ల మగ్నీషియమ్‌పొడి ఇసుకలోని సిలికన్‌స్థానమును ఆక్రమించి ఆక్సిజన్‌తో తాను సంయోగించును. ఉప్పును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో చేర్చి వెచ్చబెట్టినప్పుడు ద్విపరివర్తనము జరిగి సోడియమ్ సల్ఫేట్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును. వేడిమివల్ల కొల్లాయిడ్ ద్రావణములు ఏర్పడుటయూ, విరిగిపోవుటయూ గలదు. జీవశాస్త్రములో వేడిమితెచ్చే మార్పులు సాధారణముగా రాసాయనికములూ ఉదక శోషణమీద ఆధారపడినవీని. సూర్యునిరశ్మియే జీవాధారముగా గల మన భూమిమీద వేడిమివల్ల జరుగు మార్పుల కోసము వెతుకనక్కరలేదు. అంతటా అవే. శ్రీ.గో.మూ.

**ఉష్ణతామితి :** తాపక్రమమును కొలుచు విషయమైన శాస్త్రభాగము తాపక్రమమితి అని ఎట్లందురో ఉష్ణతారాశులను కొలుచు శాస్త్రభాగమును 'ఉష్ణతామితి' అందురు. ఉష్ణతవలన పదార్థములందు కలుగు మార్పులను బట్టి ఉష్ణతారాశిని అనేకవిధముల కొలువవగును. ఈ మార్పులలో . ముఖ్యమైనవి : 1. తాపక్రమమునందలి మార్పు ; 2. స్థితిభేదము.

ఏదైన వస్తువును పూర్తిగా వేడిలేకుండ చేయుట సాధ్యము కాదు, కావున దానియందుండు 'కేవలోష్ణతారాశి' ని ప్రయోగముచే కనుగొనజాలము. కాని, వాడుకయందు ఉష్ణతారాశిలోమార్పును కనుగొనకలిగిన జాలును.

**ఉష్ణతారాశిప్రమాణములు :** 1 గ్రాము నీటి తాపక్రమము 1°C హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశి ప్రమాణముగా తీసికొందురు. దీనినే కేలోరీ (ఊష్మాంశ) అందురు.

1 గ్రాము నీటిని 1°C హెచ్చించుటకు అవశ్యకమగు ఉష్ణతారాశి అన్ని తాపక్రమములందును ఒకే విలువ కలిగి ఉండదు. అందుచే 'కేలోరీ' నిర్వచనము కొంత వివరించవలసియున్నది. ప్రమాణ వాతావరణప్రేషము నందు 1 గ్రాము నీటి తాపక్రమము దాని హిమాంకము నుండి క్వథనాంకమువరకు హెచ్చించుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశిలో నూరవవంతు భాగము సరాసరి కేలోరీ అనబడును. ఇది మెట్రిక్ పద్ధతియందు ఉష్ణతారాశి ప్రమాణము. ఈ ప్రమాణమునే సర్వసాధారణముగా ఉపయోగింతురు.

బ్రిటన్ దేశమునందు బ్రిటిష్ ఉష్ణతా ప్రమాణము (బ్రిటిష్ తెర్మల్ యూనిట్) వాడుకలో నున్నది. ఇది 1 పౌను నీటి తాపక్రమము 1°F హెచ్చించుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశికి సమానము.

**విశిష్టోష్ణత :** 1 గ్రాము ద్రవ్యపు తాపక్రమమును 1°C హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశికిని, 1 గ్రాము నీటి తాపక్రమమును 1°C హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశికిని గల నిష్పత్తి ఆ ద్రవ్యపు 'విశిష్టోష్ణత' అనబడును.

1 గ్రాము నీటి తాపక్రమమును 1°C హెచ్చించుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశి 1 కేలోరీ గావున విశిష్టోష్ణతను 1 గ్రాముద్రవ్యము తాపక్రమము 1°C హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన కేలోరీలు అని కూడ నిర్వచనము చేయు వాడుక కలదు.

**ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము** (తెర్మల్ కెపాసిటి) : ఒక వస్తువు తాపక్రమమును 1°C హెచ్చుచేయుటకు కావలసిన ఉష్ణతారాశి దాని 'ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము' అనబడును. అనగా ఒక వస్తువు విశిష్టోష్ణత **s**, దాని బరువు **m** గ్రాములు అయినచో దాని ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము $m \times s$ కేలోరీలు.

ఇదే $m \times s$ కేలోరీల ఉష్ణతను $ms$ గ్రాముల నీటి కిచ్చిన దాని తాపక్రమము 1°C హెచ్చును. $ms$ గ్రాములు ఆ వస్తువు '**జలతుల్యాంకము**' (వాటర్ ఈక్వివలెంట్) అనబడును.

ఈవస్తువు తాపక్రమము $t^{o}C$ హెచ్చించుటకు $m \times s \times t$ కేలోరీల ఉష్ణతారాశి కావలసియుండును. అట్లే ఆ వస్తువు తాపక్రమము $t^{o}C$ తగ్గించినచో అది $mst$ కేలోరీల ఉష్ణతారాశిని విడిచిపెట్టును.

కేలోరీమీటరు : ఇది స్తూపాకారము గల పాత్ర. సామాన్యముగా రాగితోగాని లేదా అల్యూమినియముతో గాని చేయుదురు. చుట్టునున్న వస్తువులకు సాధ్యమైనంత వరకు ఉష్ణతాసంక్రమణము లేకుండునట్లు దీనినిఅమర్చెదరు.

ఉష్ణతావహనము తగ్గించుటకు కేలోరీమీటరు ఫెల్టు, దూది, కార్కు, ఎబొనైట్ వంటి మంద ఉష్ణతా వాహికమీద నిలపెట్టి ఉండును. ఉష్ణతాసంవహనము లేకుండుటకు కేలోరీమీటరు చుట్టును శూన్యప్రదేశము ఏర్పాటుచేయుదురు. లేదా చుట్టును దూది ఉంచుదురు. ఉష్ణతావికిరణమును అరికట్టుటకు కేలోరీమీటరు సాధారణముగా రెండు భాగములుగా ఉండును. ఒకటి వెలుపలి పాత్ర, రెండవది లోపలి పాత్ర. లోపలిపాత్ర ఉపరి భాగమును, వెలుపలిపాత్ర లోపలభాగము, ఎక్కువగా మెరుగుపెట్టి యుండును. దాని వలన ఉష్ణతావికిరణము తగ్గును.

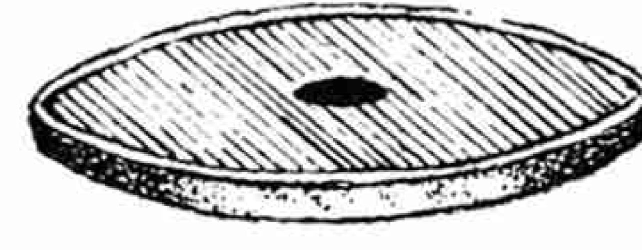
సామాన్య ఉష్ణతామాపక పాత్ర

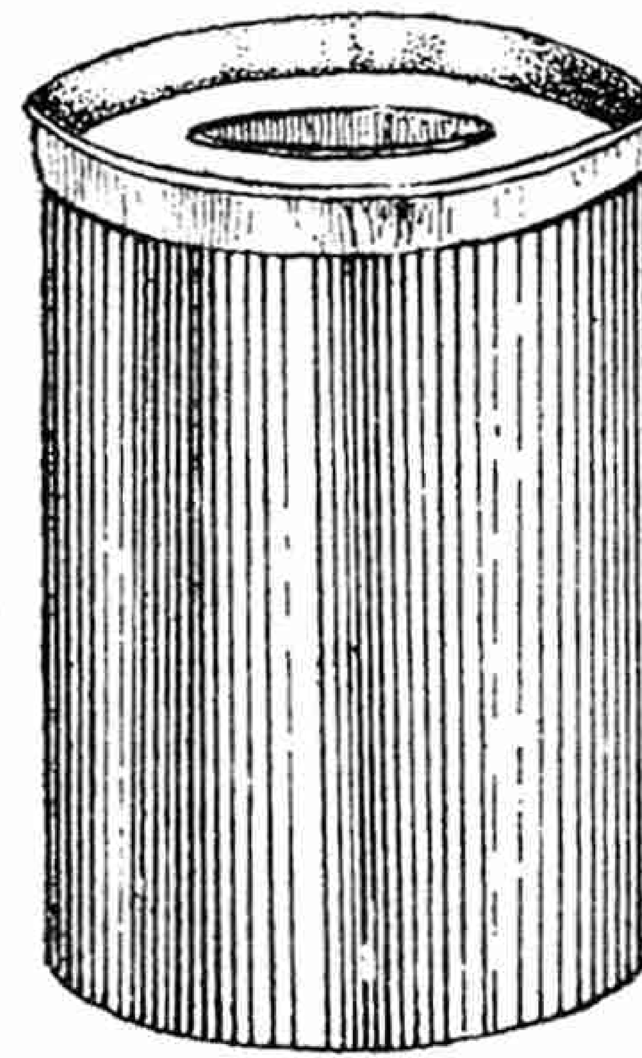
ఎన్నికట్టుబాట్లు చేసినప్పటికిని ఉష్ణతాసంక్రమణమును పూర్తిగా అరికట్టుట సాధ్యముకాదు. కాబట్టి, మనకు వచ్చు ఫలితమును దిద్దుబాటు చేసినగాని సరియగు ఫలితమును పొందజాలము.

గుప్తోష్ణతామితి : ఒక ఘనద్రవ్యము ద్రవముగను, లేదా ద్రవద్రవ్యము వాయువుగను మారుచున్నప్పుడు స్థితి యందలి మార్పు పూర్తియగువరకు దాని తాపక్రమములో మార్పేమియు ఉండదు. కాని, అట్టిమార్పు చెందుటకు కొంత ఉష్ణత ఆవశ్యకము. స్థితిభేదము జరుగుటకు గ్రహింపబడిన ఉష్ణతారాశి ఆద్రవ్యమునందు గుప్తమై యుండును. తాపక్రమము మారకుండ 1 గ్రాముద్రవ్యమును ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితిలోనికి మార్చుటకు నియతమైన ఉష్ణతారాశి ఆవశ్యకము. ఈ ఉష్ణతారాశిని ద్రవీభవనగుప్తోష్ణత (లేటెంట్ హీట్) అందురు.

తాపక్రమము మారకుండ 1 గ్రాముద్రవమును 1 గ్రాము బాష్పముగా మార్చుటకు నియతమగు ఉష్ణతారాశి ఆవశ్యకము. ఈ ఉష్ణతారాశిని బాష్పీభవనగుప్తోష్ణత అందురు.

ఉష్ణతామితి వలన ఉపయోగములు : ఇంధనములు మొదలగు పరిశ్రమలయందు ఉపయోగపడును. అట్టి ఇంధనపు విలువ దానిని దహనముచేయుటవలన దానినుండి పొందదగు ఉష్ణతారాశిమీద ఆధారపడియుండును. ఈ విలువ కనుగొనుటకు రెండురకముల కేలోరీమీటరులు ఉపయోగములో నున్నవి : ఒకటి, బాంబు కేలోరీమీటరు. ద్రవరూపములో నున్న ఇంధనమునకు బాంబు కేలోరీ మీటరు మాత్రము అనువుగా నుండును.





వెలుపలి, లోపలి పాత్రలుగల ఉష్ణతామాపకము

ఆహారపదార్థములనుండి గ్రహింపనగు ఉష్టతాశక్తిని కూడ కేలోరీలలో చెప్పుదురు. ఒక ఆహారపదార్థపు సంపూర్ణశక్తి దానిని దహనము చేయుటచే వెలువడు ఉష్ణతారాశిని కనుగొనుట వలన తెలియును. సామాన్య మనుజునికి ఒక రోజుకు 3,400 కేలోరీలు ఆవశ్యకమని తెలిసినది. వం. స. నా.

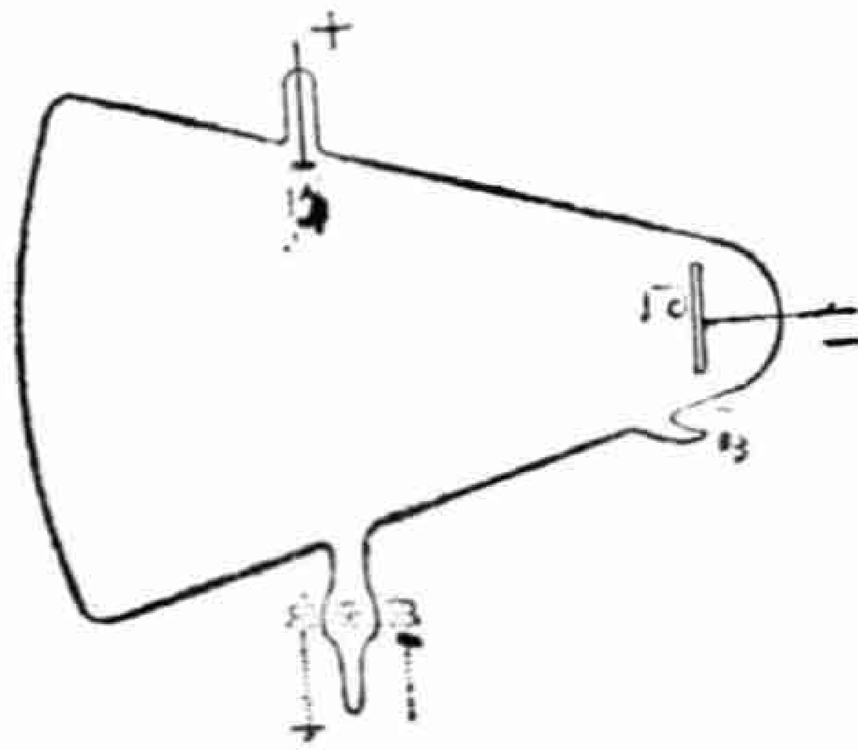
**ఉష్ణము :** చూ. ఉష్ణతాపారగమనము; ఉష్ణతాప్రభావము ; ఉష్ణతామితి.

**ఉసనోవిచ్ సిద్ధాంతము :** చూ. ఆమ్లములు, లవణాధారము. పు. 173.

**ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము :** విద్యుద్వాహకమందు ఒకేదిక్కున ప్రవహించుచున్న విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఋజువిద్యుత్ప్రవాహమని పేరు ; దీనినే డి. సి. (డైరక్ట్ కరెంట్) అందురు. బ్యాటరీలనుండి లభ్యమగు ప్రవాహము ఋజు ప్రవాహము. డైనమోలనుండి ప్రథమమున జనించు ప్రవాహము ఆవర్తివిద్యుత్ప్రవాహము (అనగా, విద్యుద్వాహకమందు విద్యుత్తు ఏకముఖముగా నడవక ఇటునటు ఊగుప్రవాహము). దీనిని పరివర్తకము అను ప్రత్యేకపరికర సహాయమున ఋజుప్రవాహముగా మార్చుదురు. అందువలన ఆవర్తివిద్యుత్ప్రవాహోత్పత్తి ఋజుప్రవాహోత్పత్తికన్న చౌక. అదిగాక, దూరదేశమునకు ప్రవాహమును తీగలద్వారా మోసికొనిపోవుటయందు ఆవర్తి ప్రవాహమందుకన్న ఋజుప్రవాహమందు నష్టమగు భాగము ఎక్కువ (చూ. డైనమో).

విద్యుత్ విశ్లేషణప్రక్రియవలన రాసాయనికద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయుటయందు తప్ప తక్కిన పారిశ్రామిక ఉపయోగములందంతట ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహమే నేడు వాడుకలో నున్నది. మే. వ. న.

**ఎక్స్(X) కిరణములు** : జర్మనీదేశములో విర్జ్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీ ఆచార్యుడైన విల్ హెల్మ్ కాన్రాడ్ రన్టజన్ 1895 నవంబరు 8వ తేదీని X-కిరణముల ఉనికిని కనుగొనెను. (చూ. రన్టజన్) స్వల్పప్రేషమందున్న వాయువులలో జరుగు విద్యుదుత్సర్గమును అతడు అనుశీలించుటకై అత్యధిక నిర్వాతస్థితిలోనున్న గొట్టములోనున్న (చూ. పటము 1.) రెండు తీగకొనలకు ప్రరోచనవేష్టనపు కొనలను తీగలచే కలిపెను. A,C ల వద్ద ఉన్నవి ధాతుపలకలు. ప్రరోచన వేష్టనపు రెండవవేష్టనము యొక్క ధనాగ్రమునకు A, ఋణాగ్రమునకు C కలుపబడినవి. గొట్టమును ఉత్తేజించినపుడు ఒక విశేషమును రన్టజన్ కనిపెట్టెను. గొట్టమును అట్టపెట్టెచే కప్పియుంచినప్పటికీ దానిదగ్గర నున్న బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ పూతగల కాగితము మెరసినట్లు గమనించెను. బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ వంటి ద్రవ్యములను మెరయునట్లు చేయులక్షణము ఈ గొట్టమునకు 2 గజముల దూరములోకూడా గుర్తింపవచ్చును.




పటము 1.
రన్టజన్ నిర్మించిన నాళము

దీనిని దీర్ఘముగా పరిశోధించిన పిమ్మట గొట్టమునుండి వెలువడు కొన్ని కిరణములచేతనే భాసనము కలుగుచున్నట్లు రన్టజన్ కనుగొనెను. విద్యుత్ స్రావనాళములో కేథోడ్‌నుండి కేథోడ్ కిరణములు అనబడు ఋణావిష్ట కణములను కేథోడ్ ప్రసరింపజేయునన్నవిషయము ఆయనకు తెలిసెను. స్రావకనాళమందు గాజుగోడలలోపలితలములను కేథోడ్ కిరణములు ఎక్కడ డీకొనుచున్నవో అక్కడనుండి కిరణము లుద్భవించి, తెరను తాకి తెరమీదనున్న ద్రవ్యమును మెరయునట్లు చేయునని రన్టజన్‌నకు నమ్మకము కలిగెను. ఈ నూతనకిరణములస్వభావము అప్పటి కింకను తెలియకపోవుటచేత వాటిని ' X-కిరణము ' లని ఆయన పేర్కొనెను. ఈ నూతనకిరణములను వర్ణించుచు ఆయన ప్రచురించిన మొదటి విజ్ఞానపత్రమునందు వెయ్యిపుటల పుస్తకమును, 3½ మిల్లీమీటర్లదళము గల అల్యూమినియము రేకును, తగరపురేకును వేరువేరుగా అవి దూసుకొనిపోగలవని ఆయన పేర్కొనెను. బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ పూతపూసినతెరకుముందు ఈ కిరణముల మార్గమున అడ్డముగా చేతిని బెట్టినపుడు తనచేతి ఎముకల ఛాయలు తెరపై కానవచ్చుటను ఆయన పరికించెను. దీనినిబట్టి చేతియందలి ఎముకలకంటె మాంసభాగము కిరణములకు దారి ఇచ్చునని ఆయన సరిగా ఊహించెను. అంతేగాక ఈ కిరణములు ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై పనిచేయుననికూడ కనుగొనెను.

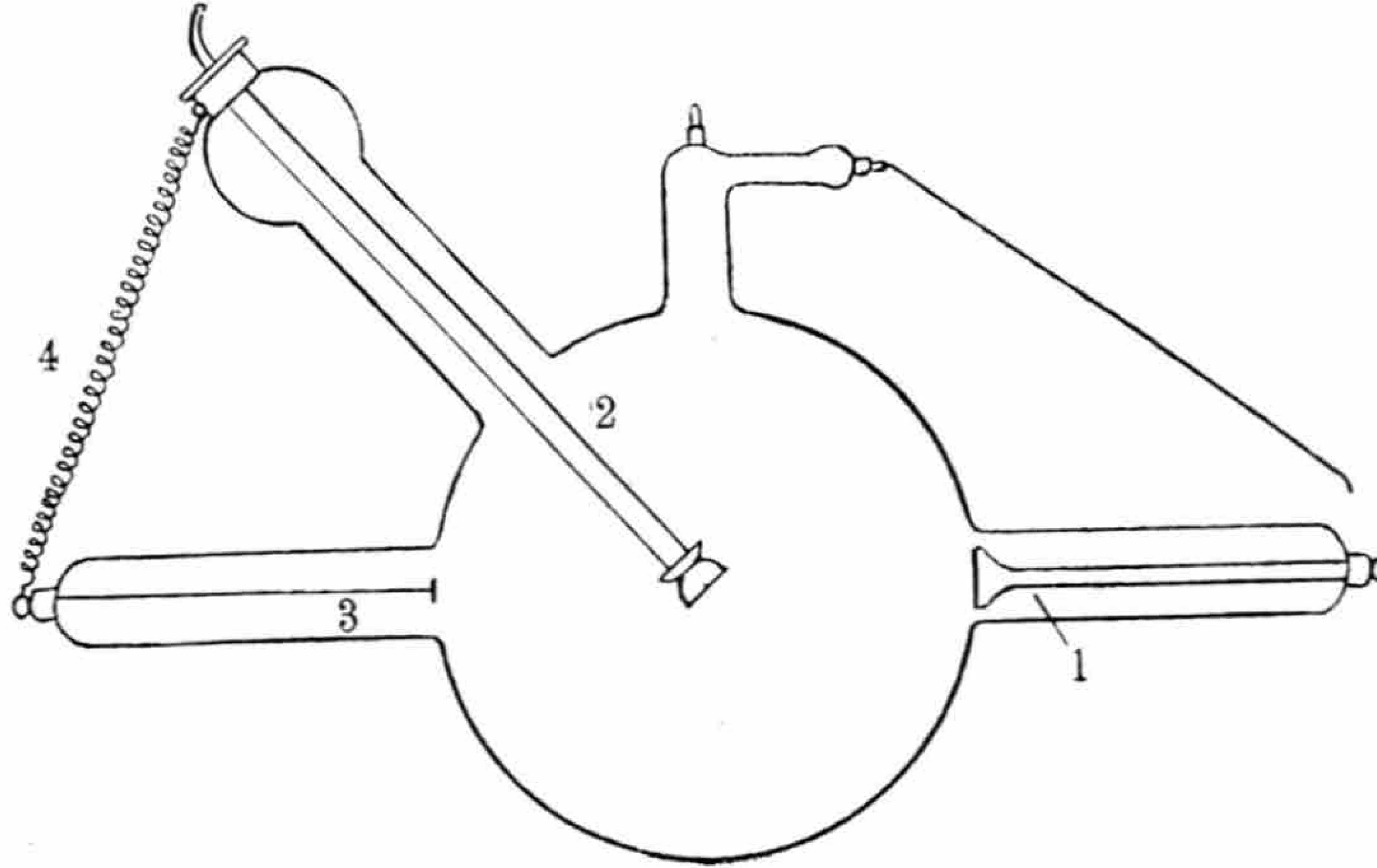
రన్టజన్ X-కిరణములను అన్వేషించినపిమ్మట ఒక నెల రోజులలోపుననే అమెరికా, యూరప్ దేశములందలి అనేక పరిశోధనాగారములలో శాస్త్రజ్ఞులు రన్టజన్ ప్రయోగములను తిరిగిచేసి వాటికి వ్యాప్తిని కల్పించిరి. రోగనిదానమునకై సమర్థమైన నూతన పరికరముగా X-కిరణములను ఉపయోగించుటను వైద్యులు నేర్చుకొనిరి. మానవుల యొక్కయు, జంతువుల యొక్కయు ఎముకలు విరిగినపుడు అవి ఎక్కడ విరిగినవో కనుగొనుటకును అవి సరిగా అతుకుకున్నవో లేదో తెలిసికొనుటకును శరీరములో నాణెములు, గుండ్లు, పిన్నులు మున్నగు అన్యద్రవ్యములు ప్రవేశించినపుడు అవి ఎక్కడనున్నవో గ్రహించుటకును X-కిరణములు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. ఈ రీతిగా X-కిరణములను ఉపయోగించువిధానమునకు ' రేడియోగ్రఫీ ' యనిపేరు.

X-కిరణనాళములు : కేథోడ్ కిరణములు వాటి కెదురుగానున్న నాళపుగోడను డీకొనినపుడు X-కిరణము లుద్భవించునను ' రన్టజన్ ' ఊహననుసరించి చేసిన ప్రయోగమువలన గొట్టములోనుంచిన ఏవస్తువయినను కేథోడ్ కిరణములను ఆపినపుడు ఆవస్తువు స్పందించి విశిష్టములగు X-కిరణములను బయటకు పంపునని స్పష్టమయినది. ఈ ప్రయోగఫలితము ననుసరించి X-కిరణనాళములు రెండు రకములుగ నిర్మితము లయినవి. అందు వాయునాళము, కూలిజ్ నాళము ముఖ్యమైనవి.

వాయునాళములు : వ్యావహారికోపయోగమునకై తయారుచేయబడిన X-కిరణనాళములలో ఇవే మొట్టమొదటివి. ప్రారంభమున తయారుచేయబడిన వాయుపూరిత X-కిరణనాళమును 2 వ పటము సూచించును. ఇందు 1 ఋణధ్రువము (కేథోడ్) అల్యూమినియముతో తయారుచేయబడినది.

మొదట తయారయిన గొట్టములలో +, − గుర్తులుగల విద్యుదగ్రములుకాక మరియొకవిద్యుదగ్రముకూడ ఉండెడిది. 2 వ పటములో ఇట్టి నాళమొకటి చూపబడినది. ఇందులోని కేథోడ్ (1) అల్యూమినియము రేకుతో చేయ

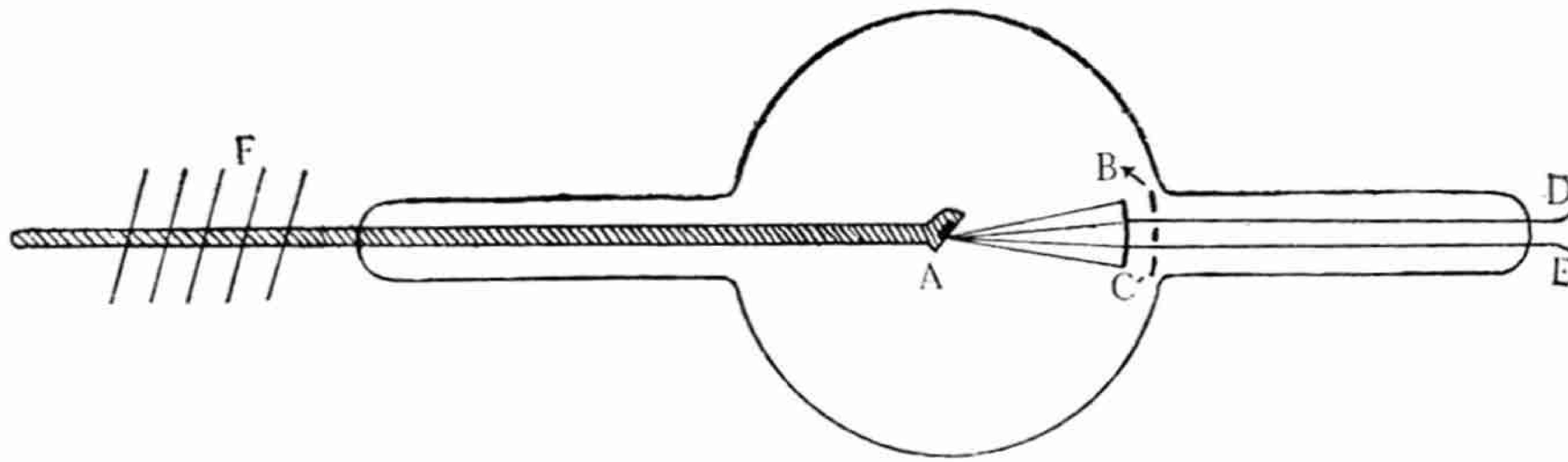
బడినది. దీని కెదురుగా ధాతుదిమ్మకొనకు అతుకబడిన ఆంటీకేథోడ్ (2) కలదు. దీనికే ధనవిద్యుదగ్రమని పేరు కూడ కలదు. ఈ లక్ష్యముపై ఎలక్ట్రాన్‌లను కేంద్రీకరింపజేయుటకు ఈ రేకుతలము పుటాకారముగా చేయబడినది. ఆంటీకేథోడ్ నకు, కేథోడ్ నకు మధ్య ఉచ్చ విద్యుత్ ప్రేషము ఉండునట్లు చూతురు. ఈ ఆంటీకేథోడ్ (2) ను మూడవ విద్యుదగ్రముతో కలుపుచుండెడివారు. ఈ గొట్టమును మిల్లీమీటరులలో పదివేలవ భాగపు ప్రేషమునకు శూన్యమొనర్చి పిమ్మట సీలుచేయుదురు. ధ్రువములు రెండును అధికవిద్యుత్ప్రేషము గల విద్యుజ్జనకముతో కలుపబడును.




పటము 2. తరువాత నిర్మించబడిన నాళము
1. కేథోడ్ 2. ఆంటీకేథోడ్.
3. ఆనోడ్, 4. ఆనోడ్‌ను ఆంటికేథోడ్‌ను కలుపు తీగ.

గొట్టమును ఉత్తేజిత మొనర్చినపుడు ధనవిద్యుదగ్రము ఆంటీకేథోడ్ వైపునకు ఎలక్ట్రాన్‌లు వేగముగా సంచరించి ధాతులక్ష్యమును ఢీకొనును. అప్పుడు దాని యందు X-కిరణములకుతోడు ఎక్కువ ఉష్ణతకూడ జనించును. అందుచేత, ఈ ఉష్ణత వెంటనే ఆ ధాతుదిమ్మయొక్క దూరపు భాగములకు మోసికొనిపోబడుటకుగాను, ఆ దిమ్మను తగినంతబరువుకలదిగా ఉంచవలెను. సాధారణముగా ఆంటీకేథోడ్‌ను రాగితో తయారుచేసి, కేథోడ్ కిరణపుంజమునకు ఎదురుగానున్న దానితలమును మొలిబ్డినమ్ లేదా టంగ్‌స్టన్‌వంటి ధాతువులతో కప్పుదురు. మరికొన్ని రకముల గొట్టములలో చన్నీళ్లప్రవాహముచే ఆంటీకేథోడ్‌లను చల్లబరుతురు.

వైద్యోపయోగములకును, కేవల విజ్ఞానోపయోగములకునుకూడ వాయునాళములు నేటికిని విరివిగా వాడుకలోనున్నవి. ఈ నాళములలో చాలభాగము వానిలోపలి ధాతుభాగములను వేరుచేయుటకు వీలుగ నిర్మితమై యుండును. అందువలన ఆ భాగములను శుభ్రము చేసి తిరిగి కూర్చుటకు వీలున్నది. ఈ గొట్టమునకు చేరియున్న వాయురేచకపు పంపు సహాయమున ఆ గొట్టమునందున్న వాయు ప్రేషమును వలసిన పరిమాణమునకు తగ్గింపవచ్చును. రెండవ పటములో నొకతరగతికి చెందిన వాయునాళములు చూపబడినవి. ఇందలి వాయుప్రేషమును కావలసిన పరిమాణమునకు తగ్గించిన పిమ్మట గొట్టములను సీలుచేయుదురు, కాని, ఇట్టిగొట్టములు అనేక కారణముల వలన నిరుపయోగము లగుచుండును. అందుచేత విడదీయుటకు వీలైనమాదిరి ఉపకరణము కొన్ని విషయములలో లాభదాయకము.




పటము 3. కూలిజ్ నాళము

కూలిజ్ నాళము: ఈ నాడు వాడుకయందున్న X-కిరణనాళములలో ఎక్కువ భాగము ఈతరగతికి చెందినవే. నేటి వాయురేచక యంత్రముల సహాయమున ఎంత ఎక్కువ శూన్యమును పొందవచ్చునో అంత ఎక్కువ శూన్యమును ఈగొట్టములందు సృజించుచున్నారు. దీనియందలి ఋణవిద్యుదగ్రము చిన్న ధాతుగిన్నెయందున్న టంగ్‌స్టన్ తీగచుట్ట. ఆ తీగగుండా విద్యుత్‌నుపంపి దానిని ఔజ్జ్వల్యస్థితికి వేడిచేయుదురు. ఈ పరిస్థితులందు టంగ్‌స్టన్ తీగనుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు విడివడును. ధాతుగిన్నె సహాయ

మున ఎలక్ట్రాన్‌లను లక్ష్యముపై కేంద్రీకరింపవచ్చును. వాయునాళములందలి లక్ష్యము ఏ రీతిగా నుండునో అదే రీతిగా కూలిజ్‌నాళమునందలి లక్ష్యముకూడ ఉండును. ఇక ఆంటీకేథోడ్ నం దేర్పడిన ఉష్ణతను తగ్గించుటకుగాను, ఆంటీకేథోడ్ యొక్క బయటనున్న కొనయందు వర్తులాకారమున నున్న పలకలను కొన్నింటిని బిగింతురు. వీటి తలవైశాల్యము అధికమగుటచే, ఉష్ణత వేగముగా పైకి ప్రసారితమగును.

కూలిజ్‌నాళము యొక్క విశిష్టమైనలాభము టంగ్‌స్టన్ తీగగుండా ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహ పరిమాణమును మార్చగలుగుటయే. ఉదాహరణమునకు టంగ్‌స్టన్ తీగగుండా ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహ పరిమాణమును హెచ్చించినచో, ఆ తీగ తాపక్రమము హెచ్చి ఉజ్జ్వలముగా ప్రకాశించును. ఇట్టిదశలో తీగచుట్టనుండి ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లు లక్ష్యముపై పడును. అందుచేత ఎక్కువ తీక్ష్ణమైన X - కిరణ పుంజము లభ్యమగును.

కూలిజ్‌నాళములందు అనేకరకములు నేడు వాడుకలో నున్నవి. వీటిలో నొకటి 3వ పటములో చూపినట్లు స్థిరాంగములు గలది. మరికొన్ని విడదీయుటకు వీలగు అంగములు గలవి.

నాళమందుప్రవాహము, విద్యుత్ప్రేషము, కార్యదక్షత : ఏ X - కిరణనాళమైనను ఒక నిర్దిష్టపరిమాణముగల విద్యుత్ప్రేషమున్నగాని పనిచేయదు. నాళమునందలి ప్రవాహపు పరిమాణమును విద్యుత్‌వలయమునందు ఒక మిల్లీ ఆమ్మీటర్‌ను ఉంచి కనుగొనవచ్చును. ఈ రెండు కొలతలను ఉపయోగించిన శక్తిని లెక్కింపవచ్చును. ఉదాహరణకు 1,00,000 వోల్టులందు పనిచేయుచున్న ఒక నాళమును పరిశీలింతము. దానియందుంచిన మిల్లీ ఆమ్మీటర్ 5 మిల్లీ ఆంపియర్‌ల ప్రవాహమును సూచించుచున్నదని అనుకొనుము. అప్పుడు దానియందు ఖర్చుపడిన శక్తి :

$$1,00,000 \times \frac{5}{1000} = 500 \text{ వాట్టులు.}$$

X - కిరణ ఉత్పత్తి కార్యదక్షతను క్రిందిరీతిగా వివరింపవచ్చును :

$$\text{కార్యదక్షత} = \frac{\text{X - కిరణశక్తి}}{\text{ఖర్చుపడినశక్తి}} = (1.4 \times 10^{-9} ZV)$$

ఇందు Z = మూలద్రవ్యము యొక్క పరమాణ్వంకము, V = విద్యుత్ప్రేషము (వోల్టేజి).

ముందు చెప్పిన ఉదాహరణమునందు లక్ష్యము టంగ్‌స్టన్ (Z = 74) అయిన, కార్యదక్షత 1% అగును. దానిని బట్టి ఖర్చుపడిన మొత్తముశక్తిలో 1% మాత్రమే X-కిరణములుగా ప్రత్యక్షమగుచున్నదనియు, శేషించిన 99% శక్తియును ఉష్ణతా, కాంతిశక్తులుగా మారుచున్నదనియును విదితమగును. ప్రస్తుతకాలమందు 3,000 కిలోవోల్టు (30,00,000 వోల్టు) లందు పనిచేయు ప్రత్యేకనిర్మితములగు నాళములు ఉపయోగములో ఉన్నవి. ఈ వోల్టేజి ఇంకను వృద్ధిచేసి తన్మూలముగా X - కిరణ ఉత్పత్తి కార్యదక్షతను పెంపొందించుటకై అనవరతమైన కృషి జరుగుచున్నది.

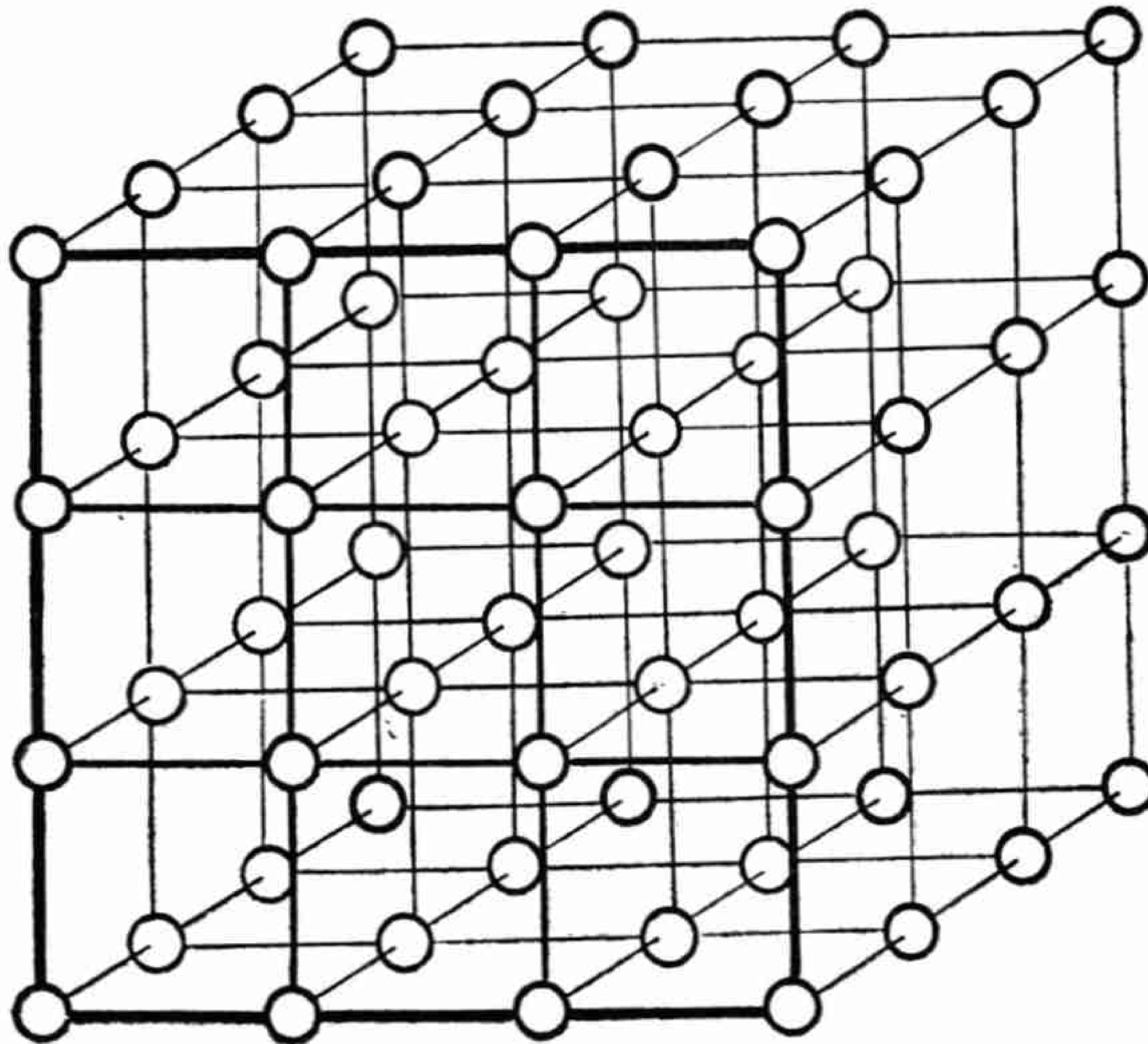
నాళము యొక్క వోల్టేజి 'V' అయినప్పుడు, $\frac{12,350}{V}$ ఆంగ్‌స్ట్రామ్ యూనిట్‌లకంటె తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము గల X-కిరణములను బడయుట సాధ్యము కాదని ప్రయోగములవలన నిరూపితమైనది. ఉపయోగించిన వోల్టేజి 10 లక్షల వోల్టులయిన సందర్భములో 0.12Å కంటె ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యములు గల X - కిరణములు లభ్యమైనవి. ఈ వోల్టేజిని హెచ్చించుటవలన X - కిరణముల దైర్ఘ్యములను తక్కువ పరిమాణములకు తగ్గింపవచ్చును.

X - కిరణ స్వభావము : ఈ నూతన కిరణములకును, సాధారణ కాంతికిరణములకును ఆశ్చర్యకరమైన పోలిక లున్నవని రన్టజన్ విజ్ఞాని నిరూపించెను. ఈ రెండు రకములకిరణములును సరళరేఖలయందే పయనించును ; ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై పనిచేయును. అనుగుణమైన ఘనద్రవ్యములలో భాసనమును ప్రకోపింపజేయును. విద్యుత్ క్షేత్రముచేగాని అయస్కాంత క్షేత్రముచేగాని విచలనము నొందవు. X - కిరణములు, కాంతి కిరణములు, రేడియో తరంగములును కూడ సమాన స్వభావమునే కలిగియున్నవని నేడు స్పష్టము. వాటిలో వాటికి గల వ్యత్యాసము వాటి తరంగదైర్ఘ్యములందలి భేదమే. తరంగదైర్ఘ్యము బట్టియే వానిని పోల్చవచ్చును. X - కిరణముల యొక్క తరంగదైర్ఘ్యములు 0.1 Å నుండి సుమారు 100 Å వరకును మారుచుండును. కాంతికిరణముల యొక్క తరంగదైర్ఘ్యములు ఊదారంగునకు చెందిన 3900Å నుండి, ఎరుపు రంగునకు చెందిన 7800Å వరకును మారును. ఇక రేడియోతరంగములు ఎక్కువ పొడవైనవి. సాధారణముగా రేడియోప్రసారము 13 మీటరులనుండి 500 మీటరుల వరకు తరంగదైర్ఘ్యములు గల తరంగములపై జరుగును. ఈ మూడు రకముల తరంగములకును తోడు గామాకిరణములు (వాని తరంగదైర్ఘ్యములు 0.01 Å నుండి 1.4 Å వరకును ఉండును), అతినీలలోహిత కిరణములు (తరంగదైర్ఘ్యము 100Å నుండి 3900Å వరకును ఉండును), పరశోణకిరణములు (తరంగదైర్ఘ్యము 7800 Å నుండి 40 లక్షల Å వరకును ఉండును) కూడ ఉన్నవి.

వేరువేరు తరగతులకు చెందిన ఈ కిరణములన్నియును సమానవేగముతో ప్రదేశమునందు పయనించును. ఆ వేగము సెకనుకు సుమారు 1,86,000 మైళ్లు లేదా $3 \times 10^{10}$ సెం. మీ. అనగా, ఆ వేగము వెలుతురు వేగమే.

ఎస్. రా. రా.

**ఎక్స్(X)కిరణములు-స్ఫటికరచన:** క్రింది 1 వ పటమున ఒక స్థూలస్ఫటికరచన చూపబడినది. ఈ పటములో చిన్నవర్తులములు పరమాణువులకు గుర్తు. ఆ పరమాణువులు ఎట్టిక్రమములో మూడు దిశలలో కూర్పబడినవో తెలియనగును. దీనికి 'దిగ్జాలకము' అని పేరు. ఈ దిగ్జాలకము మొత్తముమీద అనేక ఏకాంక ఘటకముల కూర్పుగా మనము భావించవచ్చును. అట్టి ఏకాంకము 225వ పుటలోని (8 a) పటములో కననగును. ఇది 8 పరమాణువులు 8 మూలల నిముడ్చుకున్న ఒక ఘనరూప ఏకాంకముగా కన్పడుచున్నది. ఇట్టి పరమాణుక్రమ సన్నివేశమునకు సరళ ఘనపద్ధతియని పేరు.

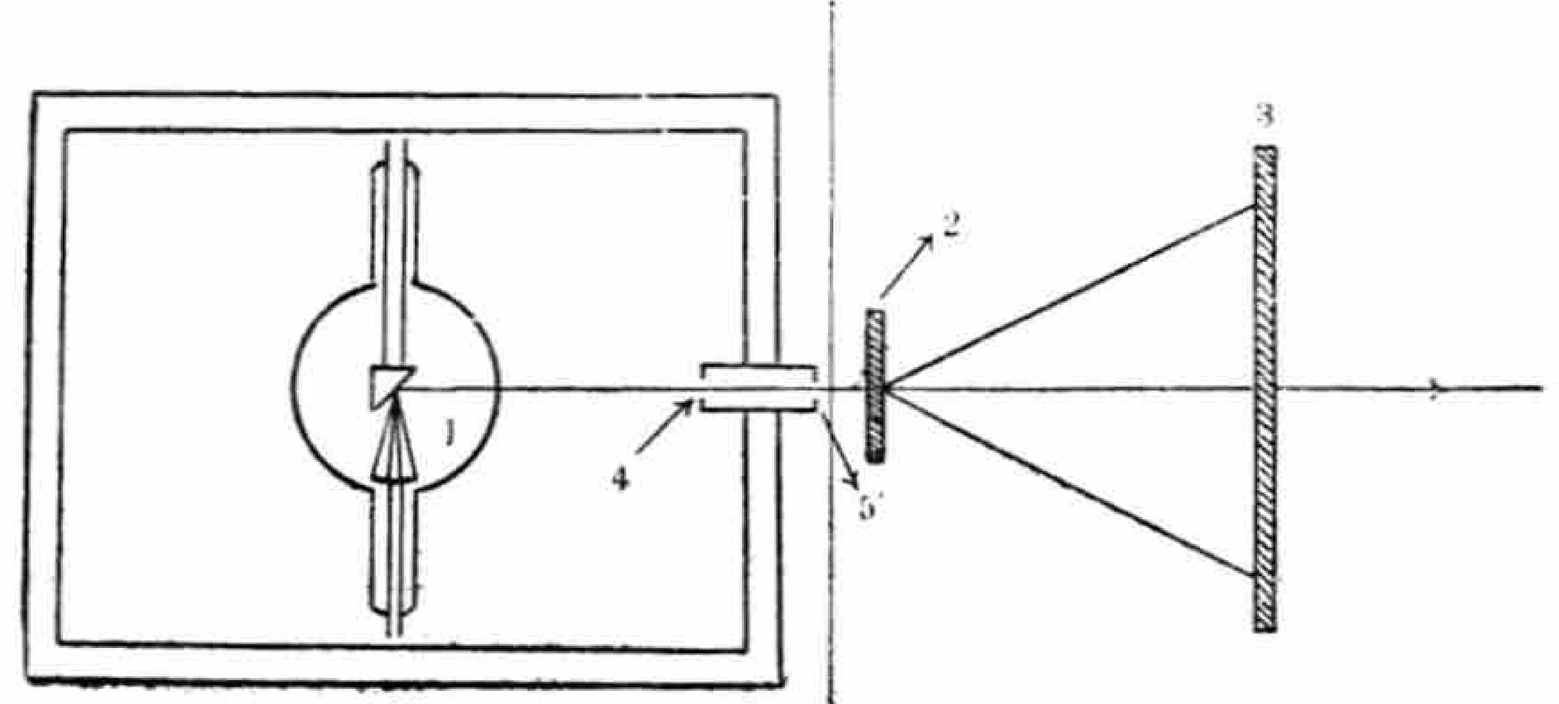


1 వ పటము : స్ఫటికదిగ్జాలకము

స్ఫటికములు X - కిరణములను వివర్తించు విషయమును గురించి 'లవే' విజ్ఞాని గావించిన పరిశోధనల తరువాతనే స్ఫటిక జాలకముల స్వభావము ఘటకైకాంకముల పరిమాణములు, వాటిలో పరమాణువులు చేరియున్న క్రమములను గురించి పూర్తిగా తెలిసికొనుటకు శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యమైనది.

స్ఫటికములందలి పరమాణ్వంతరములు X - కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యములతో పోల్చదగినవై యున్నవి కాబట్టి, స్ఫటికములగుండా X-కిరణములు ప్రసరించినపుడు వివర్తన ప్రక్రియ (చూ. వివర్తన జాలకము) జరుగునని 1912 లో మ్యూనిక్ నగరమున 'లవే' విజ్ఞాని సూచించెను. ఆయన ప్రేరణమున ఫ్రెడరిక్, క్నిప్పింగ్ అను ఇరువురు విజ్ఞానులు జింకు సల్ఫైడ్ స్ఫటికముగుండా సన్నని X - కిరణపుంజమును పంపి ప్రయోగము లొనర్చిరి.

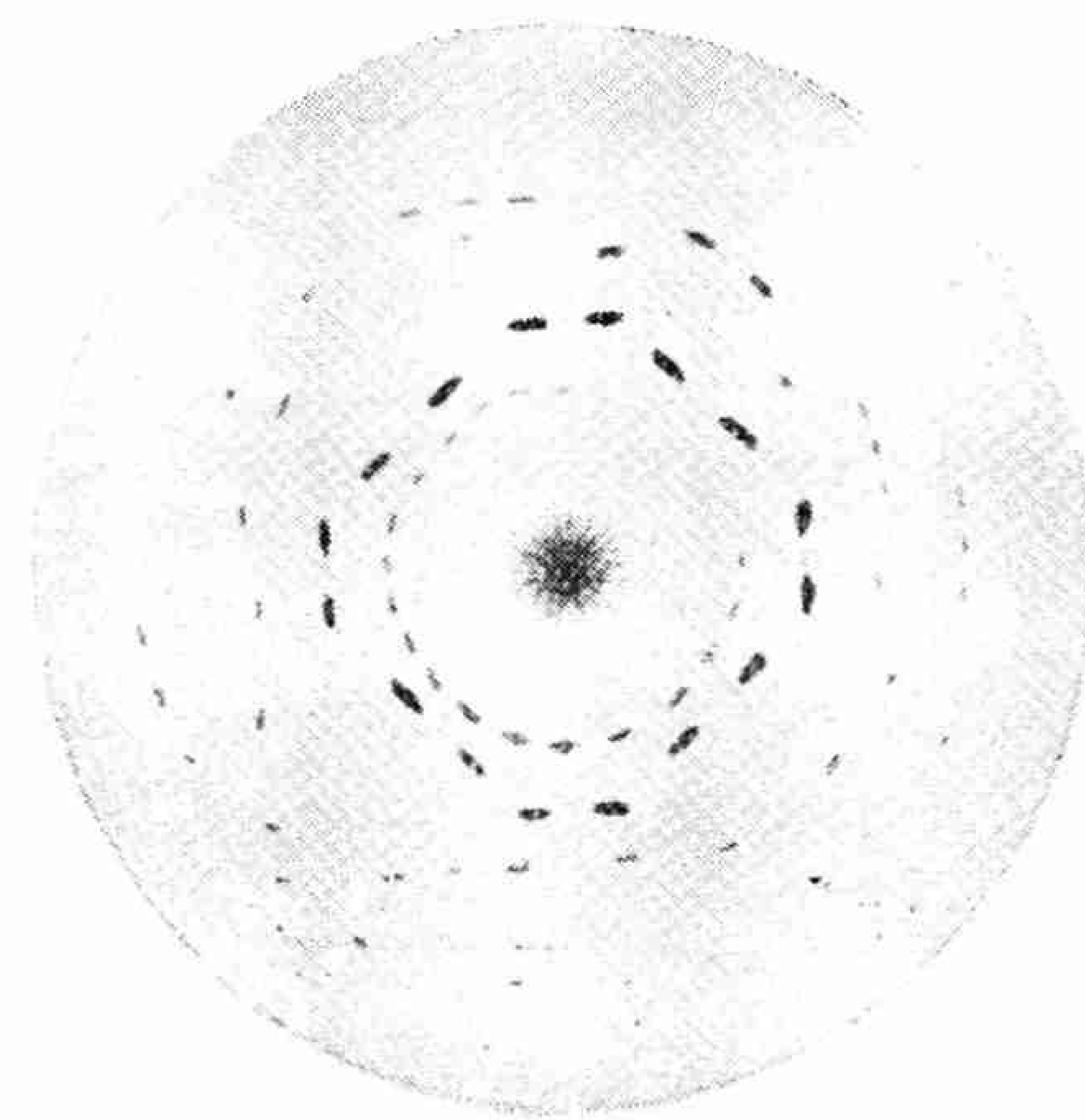
ఫ్రెడరిక్, క్నిప్పింగ్ ఉపయోగించిన సంవిధానము 2 వ పటములో చూపబడినది. స్ఫటికముగుండా చొచ్చుకొని పోయిన X - కిరణములు ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై




2 వ పటము : లవే విధానము,
1. లక్ష్యము, 2. స్ఫటికము,
3. ఛాయాచిత్రఫలకము. 4, 5. చీలికలు.

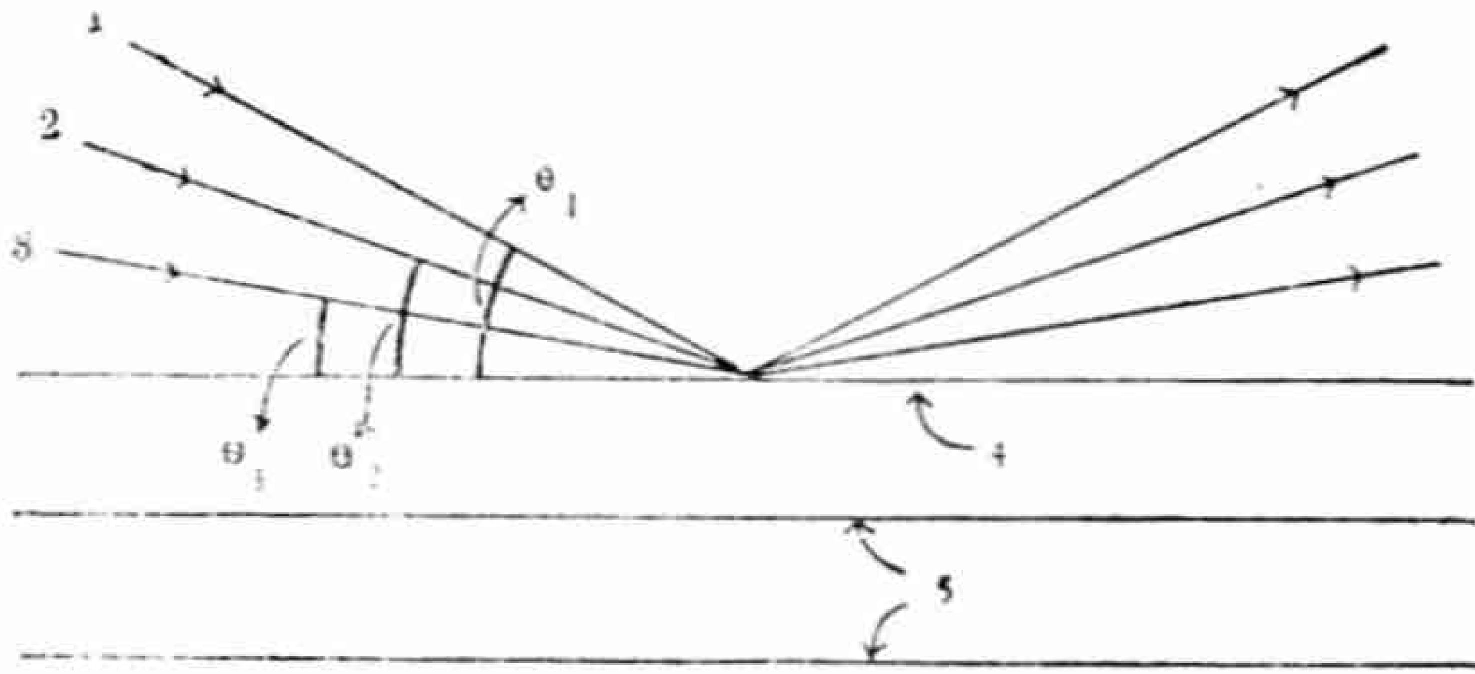
పడును. ఈ రీతిగా కొన్ని గంటలు X - కిరణములకు గురియైన పిమ్మట ఫోటోగ్రాఫిక్ చిత్రమును వికసింపజేసి పరిశీలింపగా X - కిరణపుంజము ఆ చిత్రఫలకమును ప్రత్యక్షముగా ఎక్కడ డీకొనినదో అక్కడ ఒక స్పష్టమైన పెద్ద ప్రతిబింబ మేర్పడుటయేగాక, దానిచుట్టును అస్పష్టముగా నున్న మరికొన్ని మచ్చలు క్రమపద్ధతిలో కానవచ్చెను.

స్ఫటికమును ప్రవేశించిన పతనకిరణపుంజములోని కొన్ని కిరణములు నిర్దిష్టదిశలలో వివర్తితమై ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై ఈ మచ్చలు ఏర్పడును. ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకముపై మధ్యమచ్చ చుట్టును కన్పట్టు తక్కినమచ్చల సౌష్ఠవ సన్నివేశము స్ఫటికములో పరమాణుఘటకములు ఒక క్రమములో కూర్పబడియున్న వనుటకు నిదర్శనము (చూ. 3 వ పటము).



3 వ పటము : లవే చిత్రము.

ఈ 'లవే' మచ్చలకు నిర్దుష్టమైన వివరణము నొసంగిన వారు డబ్లుయు. ఎచ్. బ్రాగ్, డబ్లుయు. ఎల్. బ్రాగ్ (తండ్రీకొడుకులు). సరూపమైన పరమాణు సమూహములు స్ఫటికాంతరమున ఒకదానికొకటి సమదూరమందున్న సమానాంతరతలములలో ఉండునని వారు సూచించిరి. వాస్తవమునకు స్ఫటికాంతరమందు అనేకతలములున్నట్లు




4 వ పటము : బ్రాగ్ పరావర్తనములు.
1, 2, 3 పతనకిరణములు, $\theta_1$, $\theta_2$, $\theta_3$ వాటి పతనకోణములు.
4, 5. పరావర్తనతలములు.

ఊహింపవచ్చును. వీటిలో ప్రతివర్గమునకు చెందిన తలముల మధ్యను నిర్దిష్టపరిమాణముగల వ్యవధానము ఉండును. ఆవ్యవధానపరిమాణమే ఆతలముల ప్రత్యేకత. ఉదా: అటువంటి రెండు సమానాంతరతలములను పరిగణింతము. నిర్దిష్టతరంగదైర్ఘ్యముగల X-కిరణములు ఈ తలములపై పడినపుడు ఒకటవతలములోను, రెండవతలములోను ఉన్న పరమాణువులు ఆ X-కిరణములను అన్నిదిశలకును పరిక్షేపించును.

స్ఫటికమును ప్రవేశించు రెండు సమీప X-కిరణముల త్రోవలలో గల భేదము ఆ X-కిరణతరంగదైర్ఘ్యమునకు సరళ పూర్ణాంకగుణిజ సంబంధములోనున్న ఆ రెండు కిరణములును పరస్పరము పోషించుకొనునని సులభముగా రుజువు చేయవచ్చును. రెండు కిరణములు పైని చెప్పిన రీతిని ఒకదానినొకటి పోషించుకొనినపుడు పరావర్తిత కిరణపు తీక్ష్ణత గరిష్ఠపరిమాణము పొందును. ఈ విషయమునే క్రింది సమీకరణముచే సంగ్రహించవచ్చును :

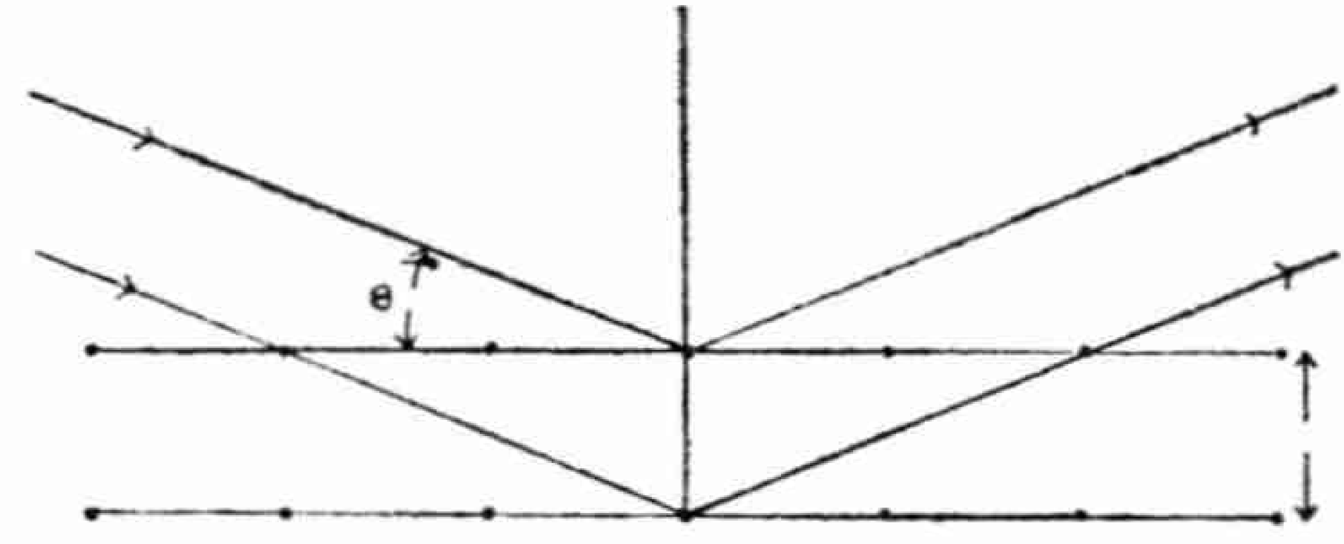
$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

ఇచ్చట '$2d \sin \theta$' అనునది రెండు కిరణములమార్గములలోని భేదము ; '$\lambda$' అనునది X-కిరణపు తరంగదైర్ఘ్యము ; '$n$' అనునది చిన్నపూర్ణాంకము.

అందుచేత $\lambda$ తరంగదైర్ఘ్యముగల X-కిరణములు స్ఫటికతలముపై పడినపుడు :

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda}{2d}, \ \sin\theta_2 = \frac{2\lambda}{2d}$$

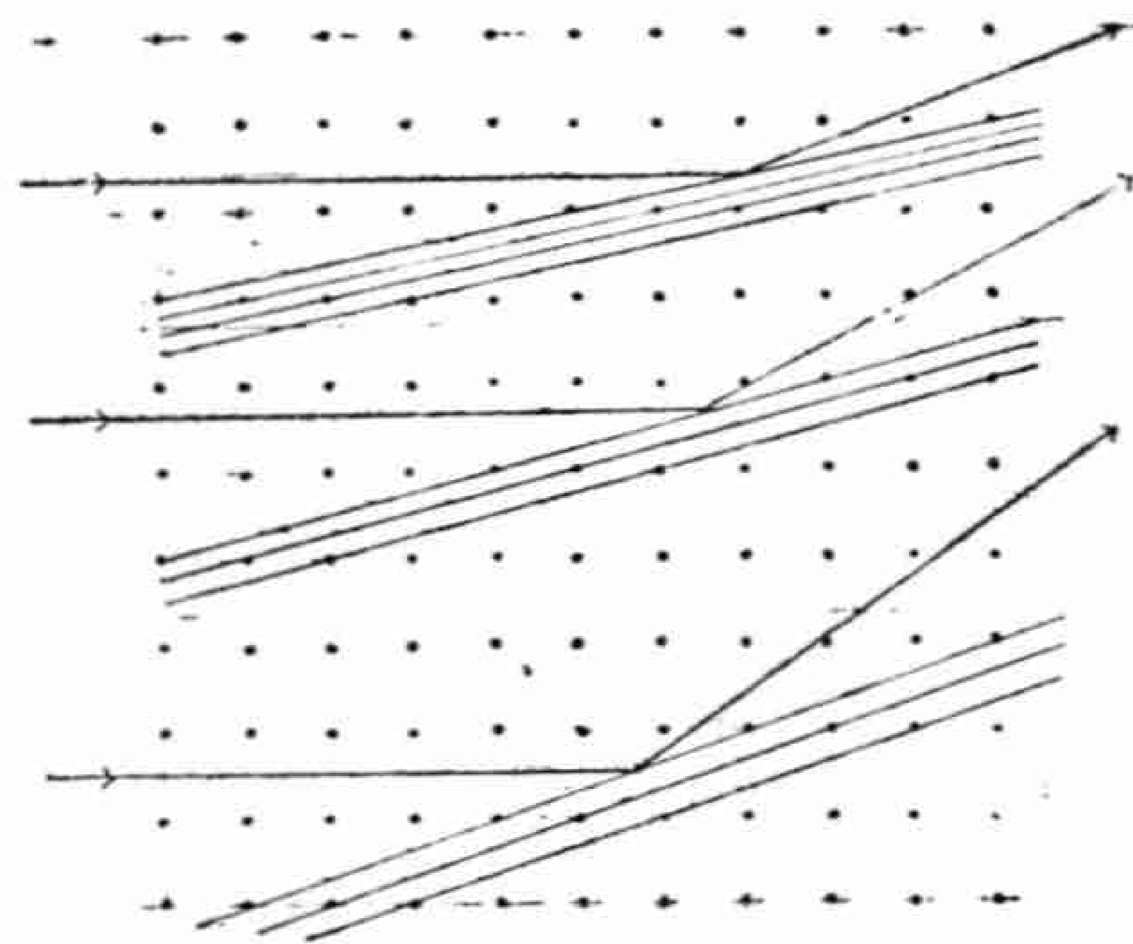
ఈ సమీకరణములచే సాధించబడిన $\theta_1, \theta_2$, అనుకోణదిశయందు గరిష్ఠమూల్యముగల పరస్పరసంఘట్టనము కాననగును. ఈ దిశలలో దేనియందైనను పరిక్షిప్తమైన




5 వ పటము: రన్టజన్‌కిరణపరావర్తనము.

కాంతి కిరణపుంజమును బ్రాగ్‌తలమునుండి పరావర్తనము నొందిన కిరణపుంజముగా మనము పరిగణింప వచ్చును. అందుకు కారణము ప్రతిపరావర్తన కార్యమందునుకూడ పరావర్తనకోణములు సమానమగుటచే n విలువనుబట్టి పరావర్తనపు తరగతి కనుగొనవచ్చును.

లవే ప్రయోగవిధానమందు స్ఫటికాంతరమందలి ఒక వర్గమునకు చెందిన తలములన్నియును సరూపపరావర్తనమును కలుగజేయును. లవే వాడుకచేసినది మిశ్ర X-కిరణపుంజము. కనుక, పతనకిరణపుంజమునందు వేర్వేరు తరంగదైర్ఘ్యములు గల X-కిరణములు ఉండును. కనుక ఏదేని ఒక తలముచేత తగినకోణములో పరావర్తనమును పొందుట కనువగు తరంగదైర్ఘ్యముకల కిరణము



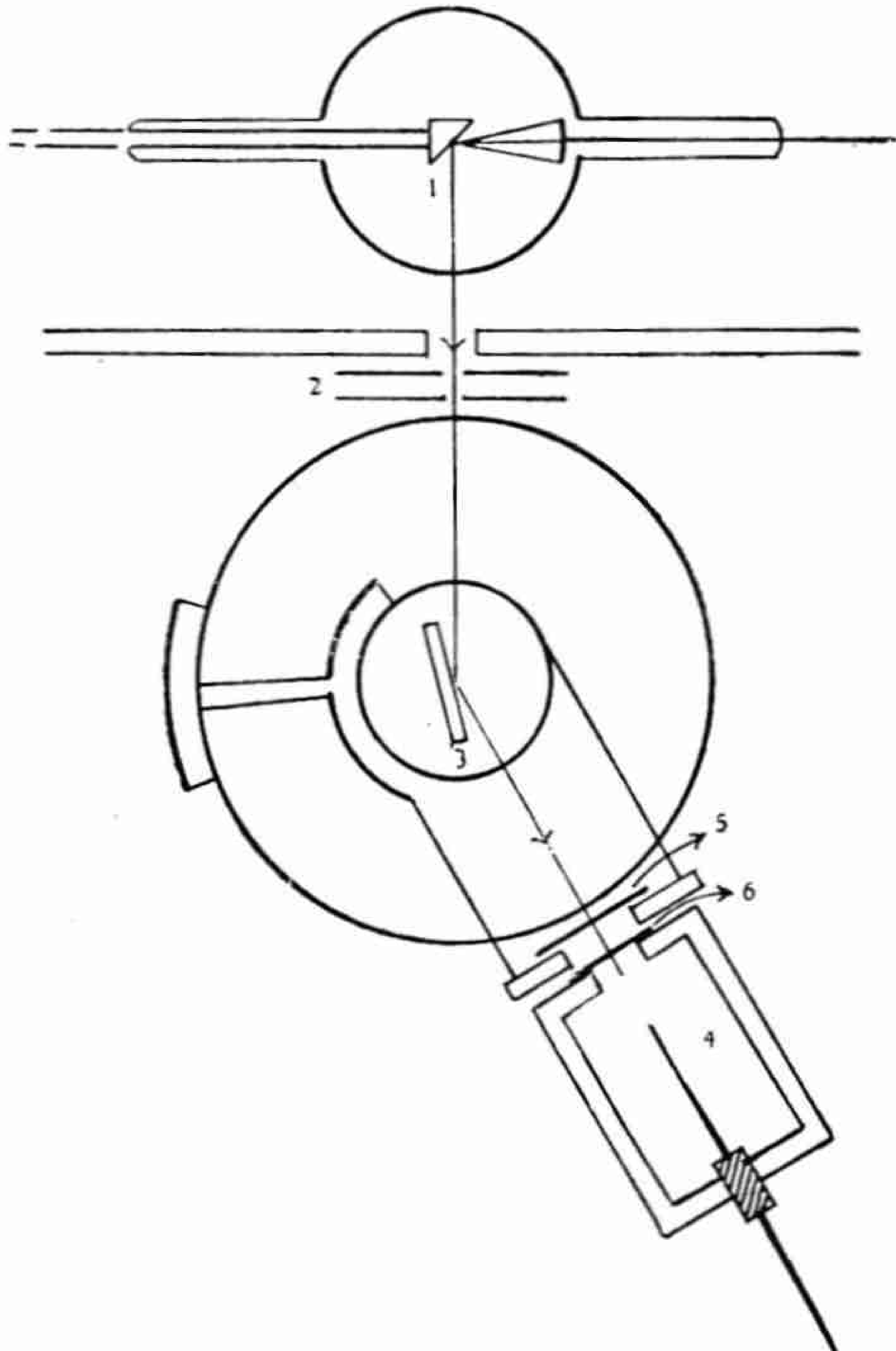
6 వ పటము: లవే వివర్తనము.

ఆకిరణపుంజమందుండును. సరళమగు ఘన (క్యూబిక్) పద్ధతికి చెందిన స్ఫటికములోనున్న వివిధతలములు ఎట్లు పరావర్తనమును కలిగించునో పై 6 వ పటము చూపును.

స్ఫటికమందు పరావర్తన మొనర్చునట్టి ప్రతితలవర్గమునకును సంబంధించి ఒక 'లవే' మచ్చ యుండును. ఎక్కువ తీక్షణమైన మచ్చలు ఎక్కువ పరమాణువులను కలిగియున్న బ్రాగ్‌తలముల పరావర్తనముచే ఏర్పడినవి.

అందుచేత 'లవే'మచ్చల స్థానమును, తీక్ష్ణతనుబట్టి స్ఫటిక మందలి ఆంతర రచనను నిర్ణయించుట సాధ్యమగుచున్నది.

స్ఫటికముఖముల వలన కలిగిన X- కిరణపరావర్తనమును అనుశీలించుటకుగాను బ్రాగ్, తండ్రీ కొడుకులు X - కిరణవర్ణ పటమాపకమును నిర్మించిరి. వారు నిర్మించిన మాదిరివర్ణపట మాపకమును 7 వ పటములో చూడ వచ్చును. (1) అనులక్ష్యమునుండి X - కిరణములు ఉత్పన్న మగును. ఒకదాని వెనుక నొకటిగానున్న రెండు అతి




7 వ పటము. బ్రాగ్ X-కిరణవర్ణపటమాపకము.
1. X - కిరణములను ఉత్పత్తిచేయు లక్ష్యము ;
2. X - కిరణములు వర్ణపటమాపకమును ప్రవేశించు రెండు చీలికమార్గములు ;
3. స్ఫటికతలము; 4. అయనీకరణపేటిక;
5, 6. అల్యూమినియము కిటికీలు.

సన్నని చీలికల (2) గుండా అవి ప్రసరించును. 3 అను స్ఫటికతలముపైన $\theta$ అను స్పర్శకోణములో X-కిరణ పుంజము పడును. స్ఫటికతలముచే పరావర్తితమైన కిరణ పుంజము అయనీకరణపేటిక(4)ను చొచ్చును. అయనీకరణ పేటిక నిడుపాటిధాతు గొట్టము, దానికి అల్యూమినియముతో తయారుచేసిన కిటికీ (6) ఉండును. ఈ పేటిక యందు సులభముగా అయనీకరింపబడు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వంటి వాయువుకూడ ఉండును. ధాతువు గొట్టమునకు లోపలిభాగమందు అవిద్యుత్ ద్రవ్యముచే సంరక్షితమైన విద్యున్మార్గము అమర్చబడి యుండును. నిరార్ద్రఘటమాల యొక్క సహాయమువలన ధాతువు గొట్టమునకు విద్యున్మార్గమునకు మధ్య కొంత విద్యుత్ ప్రేషమును ఏర్పరచుదురు. అల్యూమినియము గొట్టమునకును, అందులో అమర్చిన విద్యుదగ్రమునకును మధ్య విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడును. ఈ విద్యుత్ప్రవాహ తీక్ష్ణతను విద్యున్మాపకసహాయమున కొలువవచ్చును. విద్యుత్ ప్రవాహము X - కిరణముల తీక్షణతనుబట్టి ఉండును. అందుచేత X-కిరణముల పరావర్తనదిశలో ధాతుగొట్టమున్నపుడు, విద్యున్మాపకసూచి ఎక్కువ విచలనమును సూచించును. స్ఫటికమున్న బల్లకు జతచేయబడిన మానవలయమునందు అపగమనకోణమును వెంటనే కనుగొనవచ్చును. లేదా, అయనీకరణపేటికను తీసివైచి, దానిస్థానే ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకమును పెట్టి, పరావర్తనకిరణపుంజపు ఫోటోల తీయవచ్చును.

సైంధవలవణము బాహ్యాకృతిలో పరిపూర్ణ ఘనపద్ధతికి చెందిన స్ఫటికము. బాహ్యాకృతికి అనుగుణమగు ఆంతర రచన (ఇక్కడ ఆంతరరచన యనగా, స్ఫటికశరీరమునందు వివిధతలముల సమానాంతర సన్నివేశమే) స్ఫటికములో నుండవలయునని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. ఇట్టి తలములందు స్ఫటికరచనా ఘటకములగు పరమాణువులు క్రిక్కిరిసి యుండును. ఈ తలములు ఒకదానిపై నొకటి నిర్దిష్ట దూరములో అమర్చబడి యుండును. రెండు దగ్గరగానున్న తలములమధ్య దూరమునకు 'd' అని సంకేతము. మరొకసారి పైన మనము స్థాపించిన సమీకరణము $n\lambda = 2d \sin\theta$ వైపు దృష్టిని మరలించితిమేని, $\lambda$ అనగా తరంగదైర్ఘ్యపు విలువ తెలిసిన పతనకోణము '$\theta$' ప్రయోగముచే తెలియును. కనుక సమీకరణము నుపయోగించి 'd' లెక్కించవచ్చును. బ్రాగ్ తండ్రీకుమారులు ఈ అన్వేషణకు ప్రారంభించినపుడు X-కిరణతరంగదైర్ఘ్యము కాని, ఏదైన స్ఫటికమందలి తలమధ్యదూరముగాని తెలిసిన విషయములుకావు. అందుచే, వీరు సైంధవలవణ స్ఫటికమును గ్రహించి దాని సౌష్ఠవబాహ్య ఘనాకృతిని బట్టి లోపలి రచన పైఆకృతి కనుగుణముగా మూడురకములుగా ఉండవచ్చునను ఊహకు వచ్చిరి. ఈమూడు రచనలను క్రింది విధమున వర్ణింపవచ్చును ;

1. సరళఘనసజాలకము : దీనిలో ఘటకైకాంకముగా ఆచరించు ఘనముయొక్క ఎనిమిది కొనలను, ఎనిమిది పరమాణువు లుండును. ఘనశరీరములో తక్కినచోట్ల పరమాణువులుండవు. [చూ. 8a పటము పు. 225].

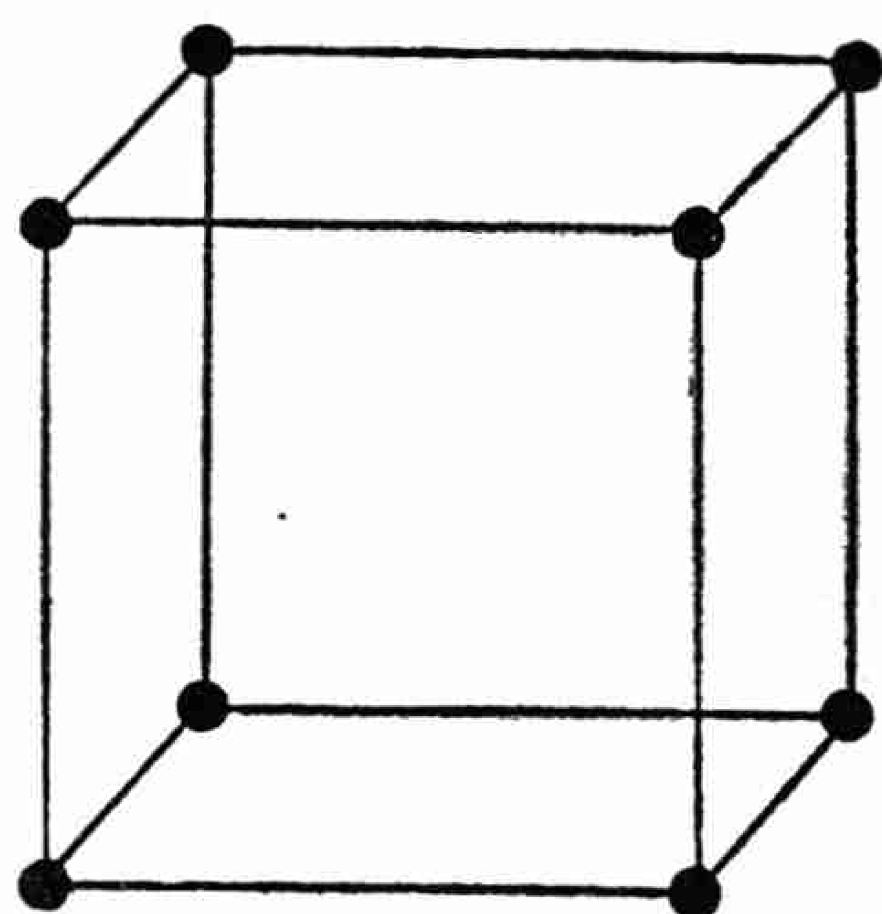
2. ముఖమధ్యస్థఘనసజాలకము : దీనిలో ఎనిమిదిమూలలను ఎనిమిది పరమాణువు లుండగా ఘనముయొక్క ఆరు

ముఖముల మధ్యస్థానములందునుకూడ పరమాణువు లుండును. [చూ. 8b పటము.]

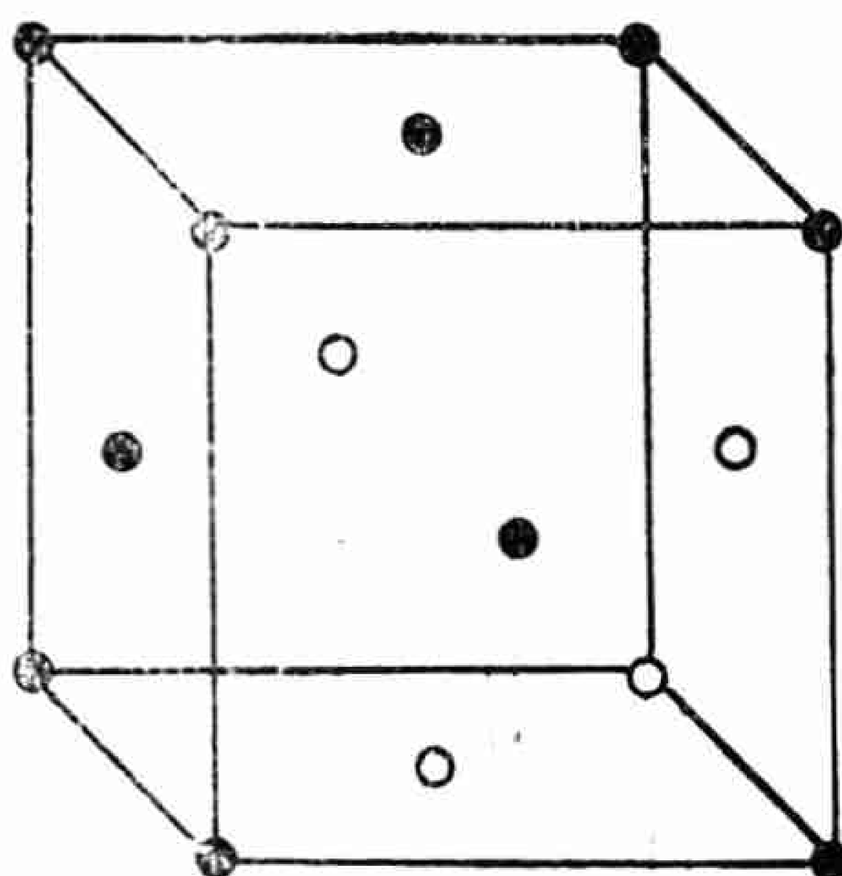
3, శరీరమధ్యస్థఘనజాలకము : ఇందు ఘనము యొక్క ఎనిమిది మూలలను, ఎనిమిది పరమాణువులు ఉండగా ఘన శరీర కేంద్రమున ఒకపరమాణు వుండును, [చూ. 8c పటము.] అందుచే సైంధవలవణస్ఫటికము ఈ పై మూడు రచనలలో ఏ రచన స్వీకరించినదో నిర్ణయింపబడవలసి యున్నది. దీనిని నిర్ణయించుటకు బ్రాగ్ తండ్రీకుమారులు ఒకవిచిత్రమైన ఉపాయమును కనిపెట్టిరి. సైంధవలవణము ముఖమధ్యస్థజాలక తరగతికి చెందినదని అనుకొని అట్టి వించుటచే. దీనిని సమాష్టానీకతలమనిగూడ చెప్పవచ్చును. క్షేత్రగణితరీతిని ఈ వేరువేరుతలముల మధ్యనున్న లంబాంతరములను లెక్కపెట్టవచ్చును. ఆ లెక్క ఈ దిగువచూపినట్లు వచ్చును.

$$\text{ఘనముఖతలదూరము : ఘనకర్ణతలదూరము : ఘనఅష్టానీకదూరము} :: 1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{2}{\sqrt{3}}$$

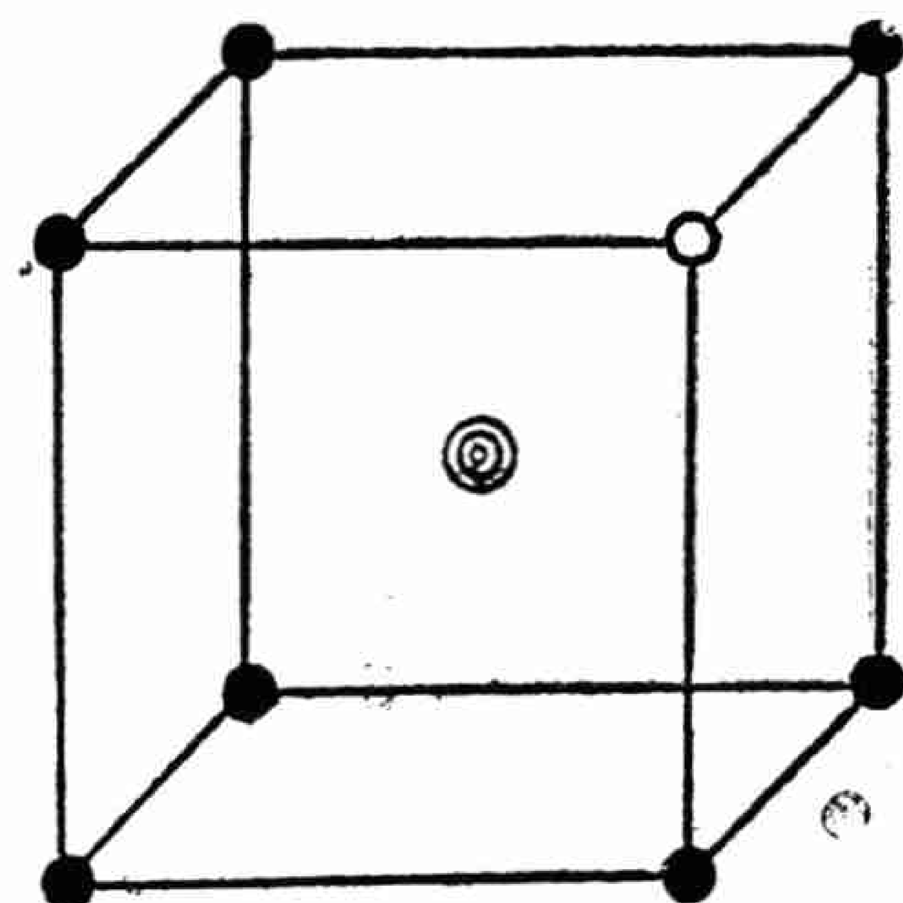
తరువాత X-కిరణ **పరావర్తనమును** ప్రయోగించి బ్రాగ్‌లు ఈ వివిధతలమధ్యదూరములు ఈ అనుపాతములోనే ఉన్నట్లు నిరూపించగలిగిరి. దీనివలన సైంధవలవణ స్ఫటికము ముఖమధ్యస్థజాలక **తరగతిలోనిదని** తెలిసినది. దీనివలన స్ఫటికములోని తలవిన్యాసములనుకూడ తెలిసికొనవచ్చును.



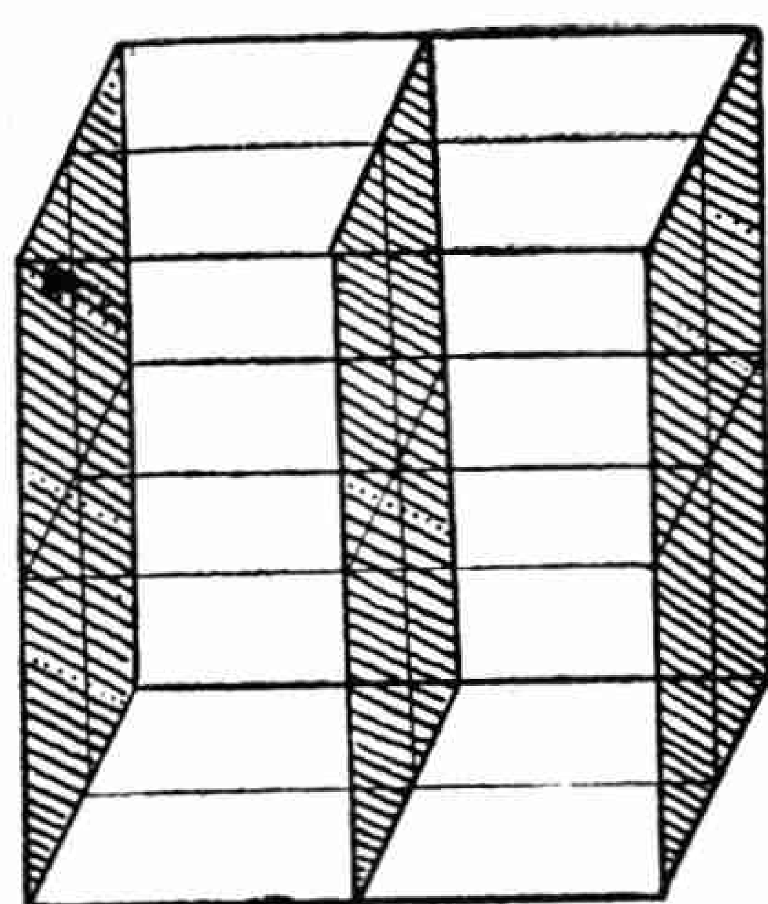
పటము 8a. సరళఘనజాలకము



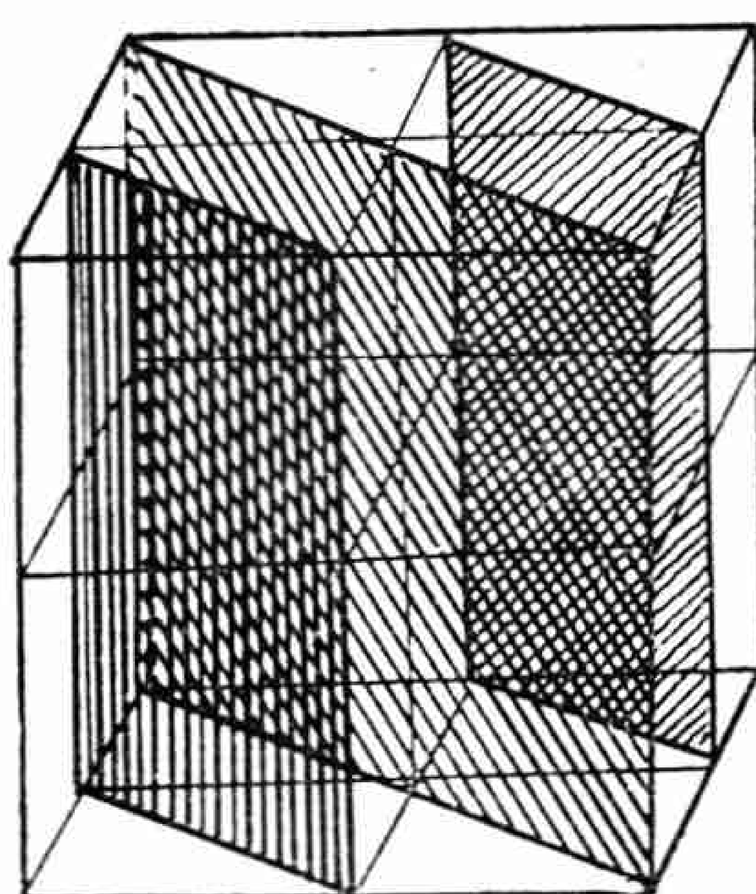
పటము 8 b. ముఖమధ్యస్థఘనజాలకము



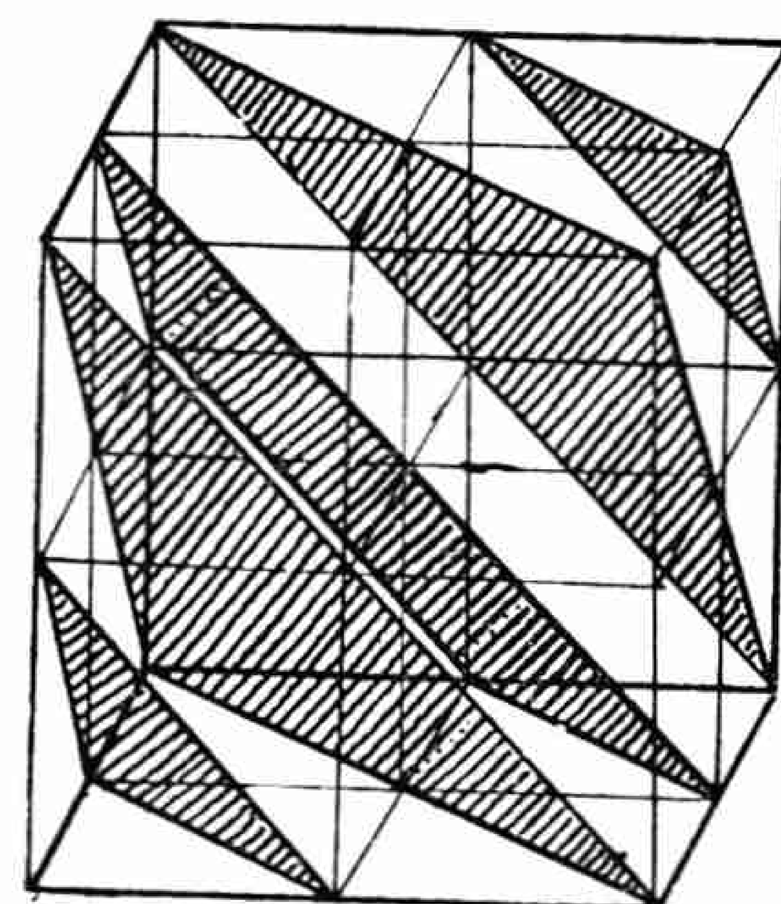
పటము 8c. శరీరమధ్యస్థ ఘనజాలకము



పటము 9a ఘనముఖతలము



పటము 9b. ఘనకర్ణతలము



పటము 9c. పటవాలుతలము

స్ఫటికశరీరములో **మూడురకముల** తలములు (చూ. 9a, 9b, 9c పటములు) ఉండవచ్చునని నిరూపించిరి. ఈ **మూడు** రకములలో మొదటిది : (పటము 9a) ఘనముఖతలము, రెండవది : (పటము 9b) ఘనకర్ణతలము, **మూడవది :** (పటము 9c) పటవాలుతలము. ఈ తలము నిజముగా సమాష్టానీకములో ముఖతలముగ సంభ

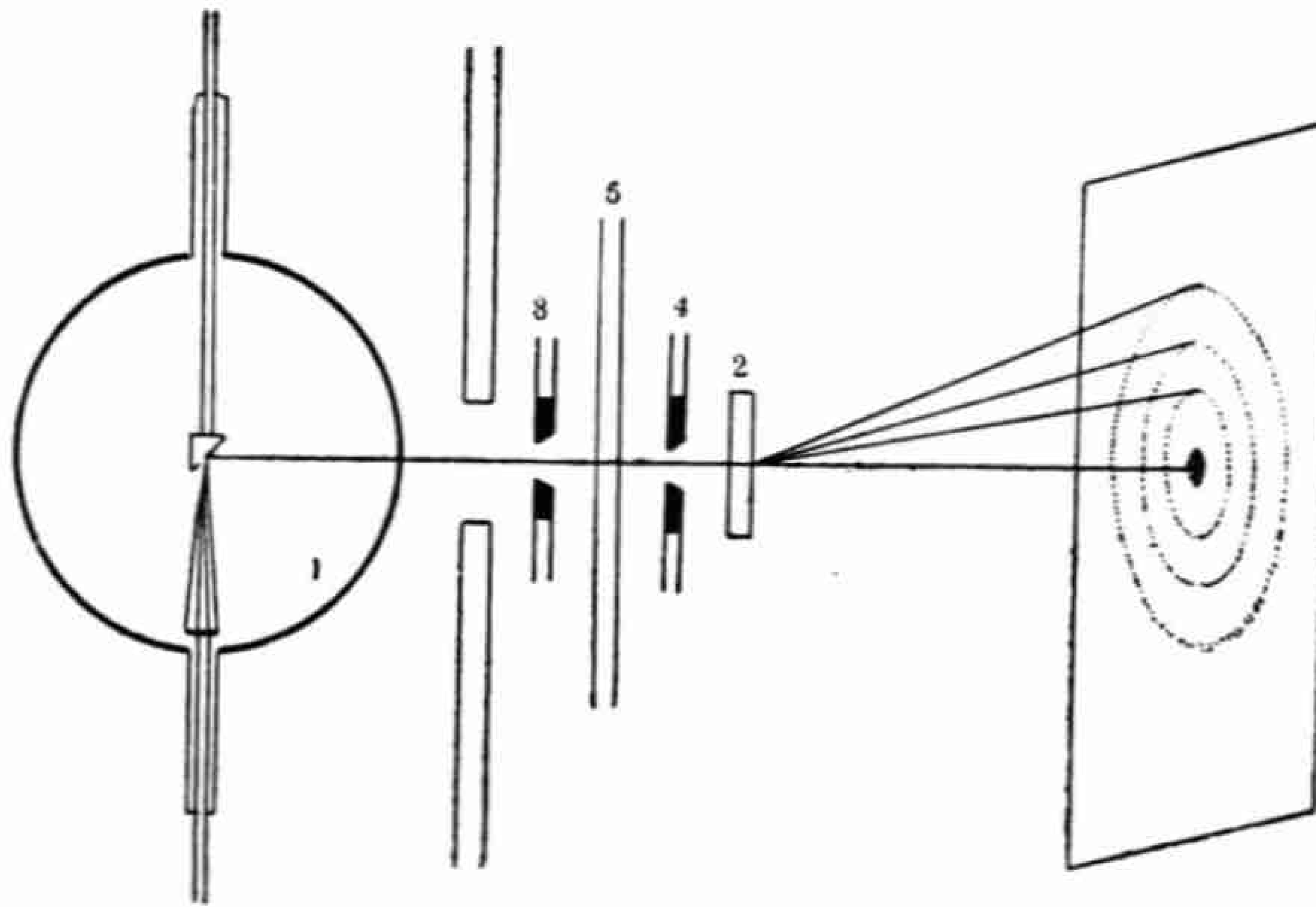
ఇక నిర్ణయించవలసిన విషయము ఘటకైకాంకములో గల పరమాణువుల మధ్యదూరము. ఇది నిర్ణయింపగలిగినచో పరమాణువులు ముమ్మిరిగా ఆక్రమించు తలముల మధ్యదూరము తెలిసినట్లే. ఇందుకై మొదట ప్రతి ఘటకైకాంకమునందును నాలుగు సోడియమ్ పరమాణువులును, నాలుగు క్లోరీన్ పరమాణువులును ఉన్నట్లు లెక్క తెలిసినది.

సోడియమ్ క్లోరైడ్ అణుభారము 58.5. అందులో $6.02 \times 10^{23}$ అణువులున్నవి. దీనిసాంద్రత 2.17. అణు భారమును సాంద్రతచే భాగించగా అణు ఆయతనము వచ్చును. అనగా, అణు ఆయతనము $= 58.5 \div 2.17$

ఈ ఆయతనము $6.02 \times 10^{23}$ అణువులకు చెందినది. దీని నుంచి నాలుగుఅణువుల ఆయతనమును లెక్కించవచ్చును :

$$58.5 \div 2.17 \times 4 \div 6.02 \times 10^{23} = 1.78 \times 10^{-24}$$

దీనినుంచి ఏకాంకఘనము యొక్క అంచుకొలతలను నిర్ణయించవచ్చును. ఏమన ఈ ఆయతనపుఘనమూలమే ఈ అంచుకొలత. ఈ అంచుకొలత నిజముగా ఏకాంకములో నున్న రెండు పరమాణువుల మధ్యదూరము, లేదా, రెండు దగ్గరగానున్న సరూపతలముల మధ్యదూరము. దీనినే 'd' అని పైన వ్యవహరించితిమి.




10 వ పటము : డీబై చూర్ణవిధానము.
1. కిరణనాళము, 2. చూర్ణము, 3, 4. సూక్ష్మరంధ్రములు, 5. వడపోతపరికరము.

ఇట్లు ఘనపద్ధతికి చెందిన సైంధవలవణ స్ఫటికము యొక్క ఒకరకపుతలముల మధ్యనున్నదూరము లెక్కపెట్టగలిగిన తరువాత ఈ దూరము $n\lambda = 2\ d\ \mathrm{Sin}\ \theta$ అను సమీకరణములో నుపయోగించి, టంగ్‌స్టన్ ధాతువును ఆంటీకేతోడ్‌గా ఉపయోగించిన X - కిరణనాళము పంపించు ఏకవర్ణ X-కిరణ తరంగదైర్ఘ్యమును నిర్ణయించుట వీలయినది. ఒకసారి ఒక X - కిరణపు తరంగదైర్ఘ్యము నిట్లు గణించిన తరువాత ఏస్ఫటికమునకు చెందిన సమానాంతరతలముల మధ్యదూరమునైనను పై X - కిరణసమీకరణ సహాయముచే లెక్కించవచ్చును. ఒక స్ఫటికము యొక్క పలురకములగు తలములమధ్యనున్న దూరములను కనిపెట్టితిమేని స్ఫటిక ఘటకైకాంకము యొక్క పరిమాణమును సూచింపవచ్చును. దీనిఆకారము స్థూలస్ఫటికాకారమునకు అనురూపముగ నుండును. కనుక, స్ఫటికమునకు చెందిన స్ఫటిక స్థిరాంకములన్నియు ఈ విధముగ పరిగణింపవచ్చును.

డీబై చూర్ణవిధానము : లవే, బ్రాగ్ విధానములలో విడి స్ఫటికములు వాడుకచేయవలసివచ్చినది. కాని, సాధారణముగా ప్రయోగమునకు కావలసినంత పెద్దస్ఫటికములను తయారుచేయుట చాలప్రయాసముతో కూడుకున్న పని. కాని డీబై, షెరర్ అను జర్మనుశాస్త్రజ్ఞులచేత, 'హల్' అను అమెరికా విజ్ఞానిచేత స్వతంత్రముగా కల్పించబడిన చూర్ణవిధానములో స్ఫటికములచూర్ణ ముండిన చాలును. పెద్దస్ఫటికముల ఆవశ్యకత లేదు.

ప్రాయోగికసంవిధానము క్రింది 10వ పటములో చూపినట్లుండును. X - కిరణనాళము (1) లో ఉత్పన్నమైన రన్టజన్ కిరణములు, 3, 4 అను రెండు సూక్ష్మరంధ్రముల ద్వారా '5' అను వడపోత పరికరమును చొచ్చి ఏకవర్ణ కిరణరూపములుగా మారి బయటకు వచ్చును. పరీక్ష్యద్రవ్యమగు '2' అను చూర్ణము గాజుతోగాని, సెల్యులాయిడ్‌తోగాని చేయబడిన సన్నని కేశనాళికలో ఉంచెదరు. చూర్ణముపై బడిన X - కిరణములు, గొట్టము చుట్టు నిలువుగా చుట్టబడిన ఛాయాచిత్ర పత్రముపై బడును. ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకమును మామూలుపద్ధతిని వికసింపచేసిన తరువాత దానిపై సమకేంద్రక వలయశ్రేణి చిత్రింపబడియుండును. ప్రతివలయమును పరిధియంతటను ఒకే తీక్ష్ణతను గలిగియుండును.

బ్రాగ్ విధానమున ఒక స్ఫటిక తలశ్రేణినుండి పరావర్తితమైన X - కిరణములకు, ఈ వలయములు సరిపోయియుండును. చూర్ణములో సూక్ష్మ పరిమాణముగల స్ఫటికము లనేకములు అనేక సన్నివేశములను పొందియుండును. కనుక, చూర్ణమును ఏ కోణములో తాకిన X - కిరణమునకైనను, దానికిని తీక్ష్ణముగా పరావర్తన మొందించగల స్ఫటికతలము లనేకములు చూర్ణములో నుండును. వివిధతల శ్రేణులకు అనురూపముగా వివిధ వలయములు, చిత్రముపై లిఖితమగును. ఈ వలయముల నుండి, స్ఫటికరచనను నిర్ణయించవచ్చును. ఈ విధానము ధాతువుల, ధాతుమిశ్రముల రచనను అనుశీలించుటలో ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ విధానమందు పరీక్షకు గురిచేసిన ధాతువులుగాని, ధాతుమిశ్రములుగాని సన్నని తీగలరూపమున పరీక్షకు గురిచేయవచ్చును. (చూ. ఎక్స్‌కిరణము పు. 219; బ్రాగ్; రన్టజన్)

ఎన్. రా. రా.

ఎడిసన్ : చూ. ఆడిసన్, టామస్ ఆల్వా. పు. 171.

**ఎడ్డింగ్‌టన్, సర్ ఆర్థర్ స్టాన్లీ (1882 - 1944):** *క్వేకర్ సంఘమునకు చెందిన తలిదండ్రులకు జన్మించెను. క్వేకర్ పాఠశాలలోనే విద్యనభ్యసించి, 31వ ఏట కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో ఖగోళశాస్త్రాచార్యుడుగాను, వేధశాల దర్శకుడుగాను ప్రవేశించెను. 1914 లో ఈయన రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను.



ఎడ్డింగ్‌టన్

నక్షత్ర ప్రవాహములు, నక్షత్రముల ఆంతరరచన ఈయనకు అభిమాన పరిశీలనా విషయములు. విశ్వము సంతతము వ్యాకోచించుచున్న దను సిద్ధాంతమును సోపపత్తికముగా స్థాపించెను. ఐన్‌స్టయిన్ సాపేక్షసిద్ధాంత వివరణకర్తలలో ఈయన ప్రధానుడు. ఐన్‌స్టయిన్‌తోపాటు ఈయనకూడ సామాన్య క్షేత్ర సిద్ధాంతమును ఒకదానిని ప్రతిపాదించెను. మే. వ. న.

**ఎతిల్ ఆల్కహాల్ :** చూ. ఆల్కహాల్ లు - పు 190.

**ఎన్‌జైమ్‌లు :** కార్బన్‌రాసాయనిక ప్రక్రియలందు ప్రేరకములుగ ఆచరించు కొన్ని క్లిష్టరచనగల కార్బన్ యౌగికములకు ఎన్‌జైమ్‌లని పేరు. వీటికిని, అకర్బన ప్రేరకద్రవ్యములకును ఒక ముఖ్యవ్యత్యాస మున్నది. అది ఏమన, ఎన్‌జైమ్ లన్నియు జీవుల ప్రవృత్తివలన జనించు పదార్థములు. అదియునుగాక జీవశరీర వ్యాపారములను నియంత్రించు స్వభావము వీటికి గలదు.

పిండిపదార్థములనుండిగాని పంచదారనుండిగాని ఆల్కహాల్ ను తయారుచేయు కిణ్వప్రక్రియలో పాల్గొను ఈస్టు అను ద్రవ్యము ఎన్‌జైమ్‌లకు చక్కటి దృష్టాంతము. ఎన్‌జైమ్ లన్నియు లయోఫైలిక్ (ద్రవకాములు) కొల్లాయిడ్‌లు. ఏలన, ఏకారణముచేనైన అవి ఒకప్పుడు అవక్షిప్తములుగా వేరయినప్పటికిని, అవక్షేపణ కారణమగు ద్రవ్యమును తొలగించిన వెంటనే మరల అవి ద్రావణస్థితిని స్వీకరించును. ఎన్‌జైమ్‌లు జీవకణములచే ఉత్పత్తి చేయబడినప్పటికిని ఆ కణములనుండి వేరుబాటునుచెందినస్థితిలో కూడ నివి కార్యకరములుగా ఆచరించగలవు.

* ఈ సంఘములోని వారందరు నిరాడంబరజీవులు. శాంతి సిద్ధాంతము నవలంబించినవారు. ఈ సంఘము క్రైస్తవమత సంఘములలో నొకటి. దీనిని జార్జిఫాక్స్ అనునాయన 1650లో స్థాపించెను.

ఎన్‌జైమ్‌ల విశిష్టప్రవృత్తి వాటి ముఖ్యలక్షణము; అనగా ఏ ఎన్‌జైమ్ అయినను ఒక ప్రత్యేకద్రవ్యముపైనిగాని, లేదా ఒక ప్రత్యేక తరగతికి చెందిన ద్రవ్యములపైనిగాని తన ప్రభావమును నెరపును. ఎన్‌జైమ్‌ల ఈ విశిష్టప్రవృత్తిని తెలియజేయుటకు ప్రత్యేక పరిభాషను కల్పించుట ఆవశ్యకమైనది. ఎన్‌జైమ్ ఏ ద్రవ్యముపై పనిచేయునో ఆ ద్రవ్యమును సబ్‌స్ట్రేట్ (ఆధారద్రవ్యము) అందురు. ఆధారద్రవ్యనామమునకు 'ఏజ్' అను ప్రత్యయమును చేర్చిన లభ్యమగుపదము ఎన్‌జైమ్‌యొక్క పేరగును. ఇట్లు అమిలేజ్, సూక్రేజ్ అను మాటలు అమైలమ్ (గంజి)ను, సూక్రమ్ (పంచదారను) ను రాసాయనికముగా మార్చగల ఎన్‌జైమ్‌లకు నామములు.

ఎన్‌జైమ్ చురుకుదనము అది పాల్గొను ప్రక్రియా వ్యవస్థయొక్క తాపక్రమము, దాని 'pH మూల్యము' ఈ రెండింటినిబట్టి యుండును (చూ. pH మూల్యము). సాధారణముగా 45° C వద్ద ఎన్‌జైమ్‌లు తమ గరిష్ఠ ప్రవృత్తిని జూపును. కాని, వాటి గరిష్ఠప్రవృత్తికి కారణమగు 'pH మూల్యము,' ఎన్‌జైమ్ యొక్క ప్రత్యేక స్వభావమునుపట్టి యుండును.

ఉదా : pH = 1·4 అగు పరిస్థితులలో పెప్సిన్ గరిష్ఠ ప్రవృత్తిని చూపును. ట్రిప్సిన్ యొక్క గరిష్ఠ ప్రవృత్తి pH మూల్యము = 11 అగు పరిస్థితులలోనే కననగును.

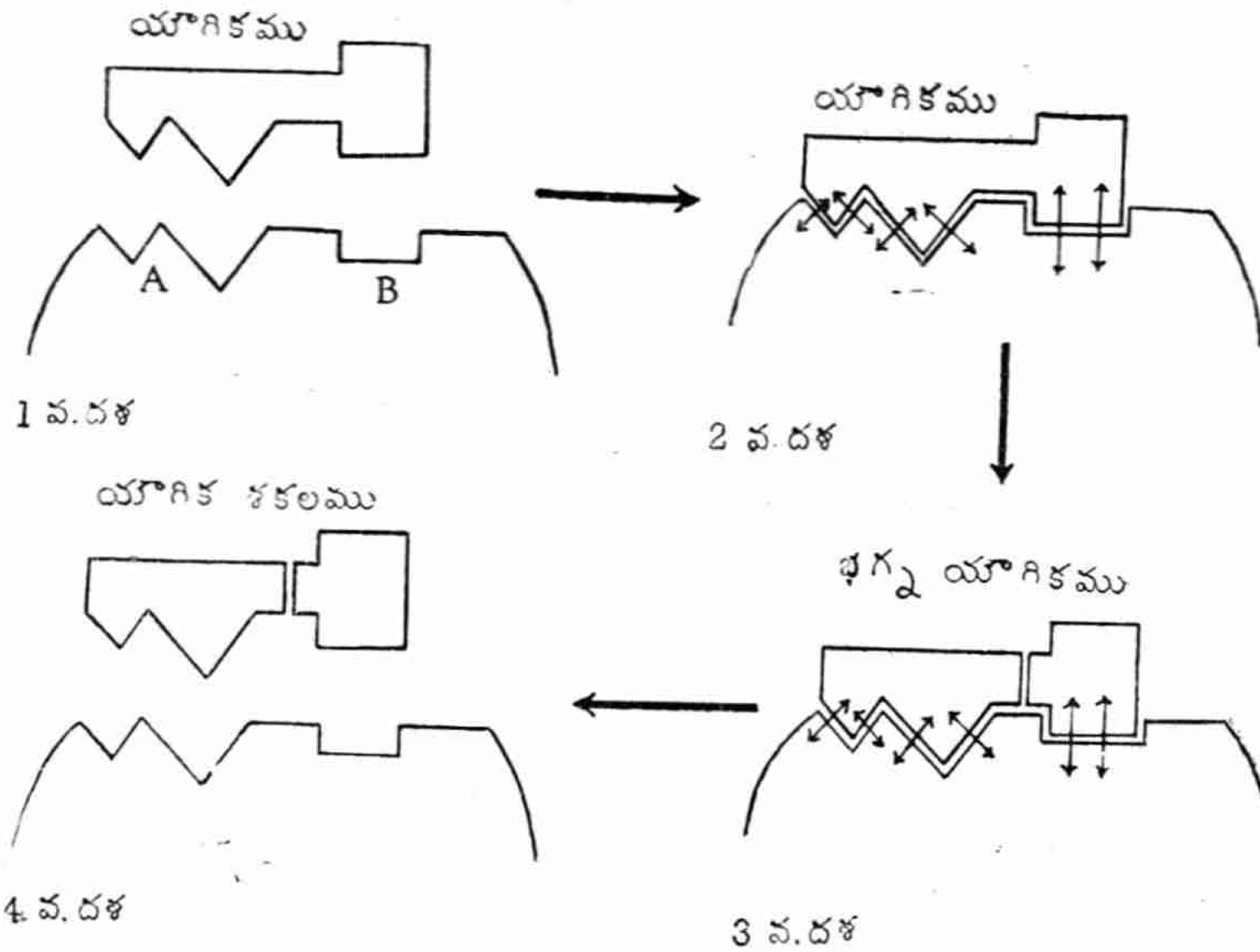
ఎన్‌జైమ్‌ల రాసాయనిక రచన : ఎన్‌జైమ్ లన్నియు ప్రోటీన్‌లు అను నిష్కర్షకు ఇటీవలి జీవరాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు వచ్చుచున్నారు. ఒక్కొక్క ఎన్‌జైమ్‌నందును ప్రోటీన్‌భాగము, ప్రోటీన్ కాని ఇతర సంయోజిత భాగము అని రెండుభాగములు ఉండును. విలీన అకర్బ నామ్లముల చర్యవలన ఎన్‌జైమ్‌నుండి ఈరెండు భాగములను విడదీయవచ్చును. ఎన్‌జైమ్‌లు రాసాయనిక ప్రక్రియల నెటుల ప్రేరేపించునో శాస్త్రజ్ఞులకు ఇంకను స్పష్టముగా తెలియలేదు.

కొన్ని ప్రక్రియలలో ప్రేరకకార్యపర్యవసానమునకు పూర్వము ఎన్‌జైమ్, మార్పుచెందుచున్న ఆధారద్రవ్యముతో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించి మాధ్యమిక యౌగికమొకటి ఏర్పడునని రుజువుచేయబడినది.

తాళపుచెవిపళ్లు తాళపుకప్పనరదలలో అమరుకొనునట్లు ఎన్‌జైమ్‌యొక్క అణురచనకును, ఆధారద్రవ్యము యొక్క అణురచనకును పొత్తు కుదిరినప్పుడే ఎన్‌జైమ్ యొక్క ప్రభావము కనిపించును. ఈ పొత్తు కుదిరిన తరువాత ఏమగునో అను విషయమంతయు ఊహాచే

కల్పించబడినదియే. ఈ క్రింది చిత్రములు ఈ ఊహను వివరించును.

ఎన్‌జైమ్ ఉపరితలమున నున్న A, B అను భాగములు, తదనుగుణములైన ఆధారయౌగికముల యొక్క భాగములతో సంయోగించును. (1వ దశ) ఆధార యౌగికము యొక్క భాగములెటుల ఎన్‌జైమ్ యొక్క భాగములతో దృఢముగా సంధించబడునో రెండవ దశలోని బాణపు గుర్తులు తెలియజేయును. ఈ దృఢబంధనము ఆధార యౌగికము యొక్క రెండు భాగముల మధ్యనున్న సంయోగశక్తిని తగ్గించి దానిని రెండు ముక్కలుగా జేయును (చూ. 3వ దశ). తరువాత ఆధారయౌగికము యొక్క రెండు భాగములును ఎన్‌జైమ్ ఉపరితలము నుండి విడివడును (చూ. 4వ దశ).



ఎన్‌జైమ్ ఆధారయౌగికమును ఛేదించువిధానము.

మామూలుగా మనకు తారసిల్లు ఎన్‌జైమ్‌లు, అవి ప్రేరించు రాసాయనిక ప్రక్రియలు ఈ దిగువ పట్టికలో చూపబడినవి.

మే. వ. న.

**ఎపిడయస్కోప్ :** చూ. చాక్షుషపరికరములు.

**ఎర్బియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 68; సంకేతము Er. పరమాణు భారము 167·27; అపురూప మృత్తుల కూటమికి చెందిన ధాతువు. సి.జి. మొసాండర్ 1843 లో ఈ ధాతువు ఉనికిని కనిపెట్టి దానికి 'ఆక్సైడ్ ఎర్బియా' అని పేరు పెట్టెను; 1860లో ఆ పేరు 'ఎర్బియమ్' గా మారినది. (చూ. అపురూప మృత్తులు పు. 141) * * *

**ఎలక్ట్రాన్ :** ఇది పరమాణు మౌలిక కణము. ఋణ విద్యుదావిష్టము; ప్రతి మూల ద్రవ్యమునందును ధనవిద్యుదావిష్ట కేంద్రకము చుట్టూ కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమించు చుండును. సరళమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఒక ప్రోటాన్ కేంద్రకము చుట్టూ కక్ష్యలో తిరుగు చుండును. అట్లే క్లిష్టమైన యురేనియమ్$^{238}$ పరమాణువులో 92 ప్రోటాన్‌లు, 146 న్యూట్రాన్‌లు గల కేంద్రకము చుట్టూ 92 ఎలక్ట్రాన్‌లు భిన్నకక్ష్యలలో పరిభ్రమించు

ఎన్‌జైమ్‌ల వివరణ పట్టిక

| ఎన్‌జైమ్ | ఆధార ద్రవ్యము | ప్రక్రియా ఫలితములు | సాధకతమమగు pH మూల్యము |
|---|---|---|---|
| జైమేజ్ (ఈస్టులో) | గ్లూకోస్ + ఫ్రక్టోస్ | ఎతిల్ ఆల్కహాల్ + కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ | 4.5 — 6 |
| మాల్టేజ్ | మాల్టోస్ | గ్లూకోస్ + శర్కరేతర ద్రవ్యము | 6 — 6.6 |
| లైపేజ్ | గ్లిసరైడ్‌లు | ఆమ్లములు + గ్లిసరిన్ | 5 — 8 |
| డైయస్టేజ్ (అమిలేజ్) | పిండి | మాల్టోస్ + డెక్స్‌ట్రిన్ | 5 — 7 |
| ఇన్వర్టేజ్ (సూక్రేజ్) | సూక్రోస్ (చెరకు చక్కెర) | గ్లూకోస్ + ఫ్రకోస్ | 4.5 — 7 |
| పెప్సిన్ | ప్రోటీన్‌లు | పెప్టోన్‌లు | 1.4 — 2·1 |
| ట్రిప్సిన్ | ప్రోటీన్‌లు | పాలీపెప్‌టైడ్‌లు + ఎమినో ఆసిడ్‌లు | 8 — 11 |
| యూరియేజ్ | యూరియా | అమోనియా + కార్బన్ డైఆక్సైడ్ | 7 — 8 |

చుండును. ఎలక్ట్రాన్ భారము me $\cong 9.1 \times 10^{-28}$ గ్రాములు; అనగా సుమారు ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశిలో 1/1836 వంతు.

ఎలక్ట్రాన్ ఉనికిని మొట్టమొదట 1895 లో జె. జె. థామ్సన్ కేథోడ్ కిరణరూపములో కనుగొన్నాడు. పరమాణు మౌలికకణముల ఉనికిని కనుగొనుటలో మొదట ఎలక్ట్రాన్ బయటపడినది.

ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశము $-4.8 \times 10^{-10}$ ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్‌లు ($-1.6 \times 10^{-19}$ కూలామ్). 1909లో మిల్లికన్ ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశమునకు ప్రసిద్ధిమైన తైలబిందు పరిశోధనచేసి నిర్ధరించెను (చూ. అనిశ్చయతా సూత్రము, ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి, కేథోడ్ కిరణములు, తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము; థామ్సన్; పరమాణు రచన; రాసాయనిక ధర్మములు; పరమాణు విజ్ఞానము; బీటా కిరణములు; మీసాన్; మౌలిక కణములు; రేడియో ధార్మికత). ***

**ఎలక్ట్రాన్ కటకము:** చూ. ఎలక్ట్రాన్ చాక్షుష శాస్త్రము.

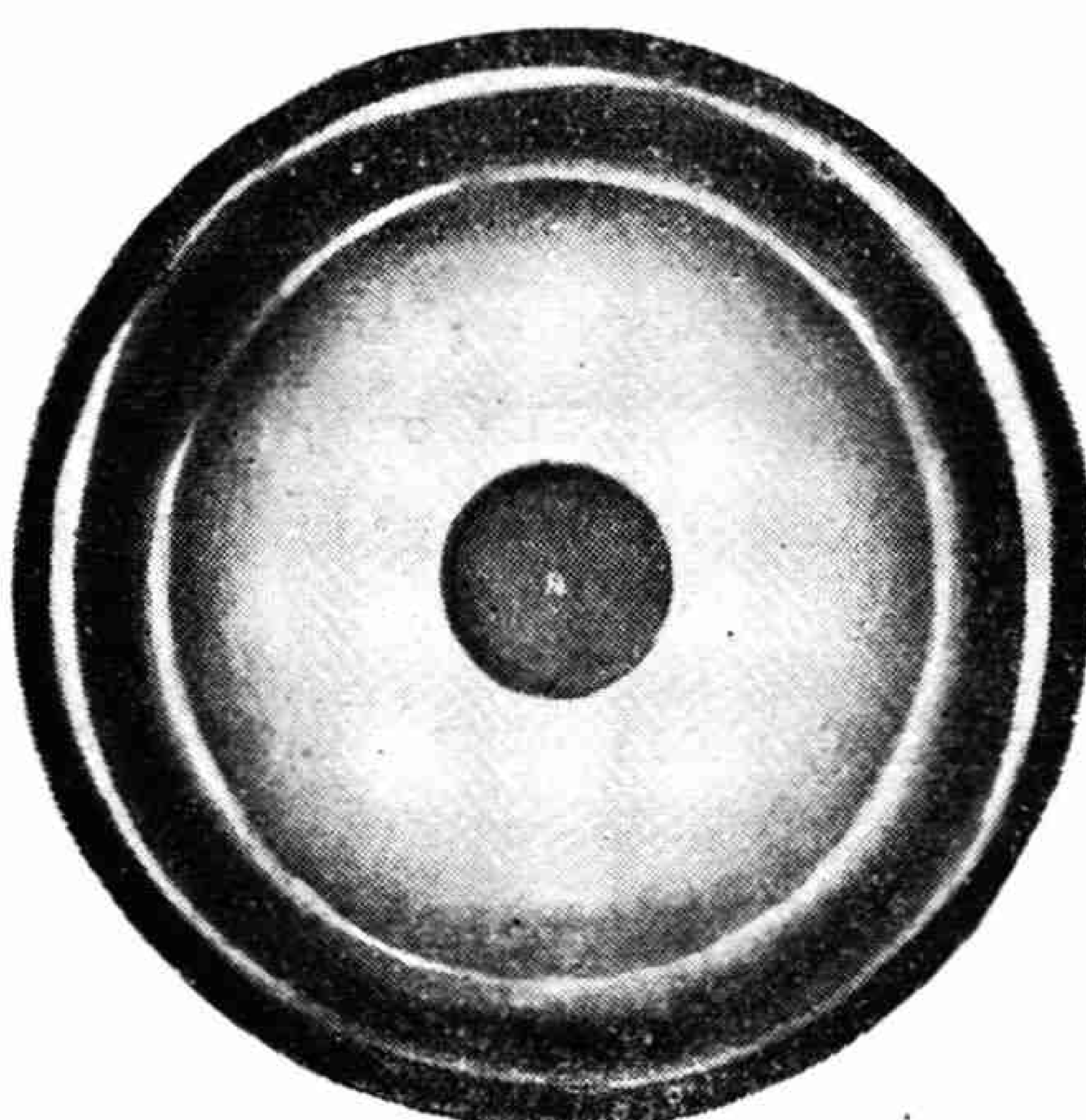
**ఎలక్ట్రాన్‌చాక్షుషశాస్త్రము:** ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యమంతటను సర్వేసర్వత్ర ఉన్నదని, జె. జె. థామ్సన్ వెలిబుచ్చిన తరువాత అది హైడ్రోజన్ ద్రవ్యరాశిలో 1/1850 ద్రవ్యరాశిగల ఋణవిద్యుదావిష్ట కణముగా స్థాపితమైనది. దాని ఆవేశపరిమాణము $4.774 \times 10^{-8}$ ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్‌లని 'మిల్లికన్' నిర్ధరించెను. ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యకణమను సిద్ధాంతము అనేక భౌతికభూతార్థములను వివరింపగలిగినది. ఏలన, బోర్ పరమాణురచనాసిద్ధాంతములో ముఖ్యమగు స్థిరకక్ష్య ప్రమేయము, మూలద్రవ్యముల ఆవర్తిక్రమపట్టిక, X—కిరణ వర్ణమాల, అయస్కాంత సంఘటనలు, సహజ రేడియోధార్మికత - వీటిని బోధపరచుకొనుటయందు ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యకణ మను సిద్ధాంతము మిక్కిలి వైశద్యమును చేకూర్చునది.

కాని, ఎలక్ట్రాన్ కణసిద్ధాంతము అంతసమంజసముగా ఉన్నట్లు తోచదు. ఏలన, పరమాణుకేంద్రకముచుట్టును స్థిరకక్ష్యలయందు ఎలక్ట్రాన్‌లు పంపకమైయున్నట్లు 'బోర్' చేసిన సూచన అదివరకున్న శాస్త్రసంప్రదాయమును త్రోసిపుచ్చి స్వకపోలకల్పితముగా కానవచ్చినది. నిజముగా 'బోర్' రచన అధిక పరమాణ్వంకముగల పరమాణువును గురించిన లెక్కలలో సార్థకమైనట్లు రుజువుకాలేదు. సోమర్‌ఫెల్డ్ ప్రవేశపెట్టిన సాపేక్షవాద గణితముకూడ వర్ణమాలరేఖల సూక్ష్మరచనను వివరింపలేకపోయినది. అదికాక, 'వీడిమన్ ఫ్రాంజు' అనుపాతము అను ధాతువుల తాపవిద్యుత్ వాహకత్వముల మధ్య ప్రయోగరీత్యా స్థాపించబడిన సంబంధము ఎలక్ట్రాన్‌లు స్వతంత్రముగా ధాతువులలో తిరుగాడుచున్నవి, అను అభిప్రాయము ననుసరించి గణించినలెక్కలతో ఏకీభవించలేదు. ఆల్ఫాకణములు తరంగధర్మములు కలిగియుండునని అనుకొనినతప్ప, సహజముగా రేడియోధార్మికతగల ద్రవ్యములనుండి ఆల్ఫాకణములు వెలువడు సంఘటనను వివరించుట శక్యముకాదు. ఎలక్ట్రాన్‌కణస్వభావమును ఒప్పుకొనుటకు ఇన్ని ఆక్షేపణలుండినను నిశ్చయమైన ఎలక్ట్రాన్ స్వభావము ఏదియును శాస్త్రజ్ఞులకు తాత్కాలికముగ గోచరించలేదు.

ఈ విషమపరిస్థితిని అవగాహించుకొనుటకై భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు కాంతి సిద్ధాంతములవైపు వారి దృష్టిని మరలించిరి. కాంతితరంగసిద్ధాంతము కాంతి మిథోఘట్టనము, వివర్తనము, ధ్రువీకరణము - ఈ సంఘటనలను వివరించుటకై కల్పించబడినది. తరువాత కాంతిపరావర్తనము, వక్రీభవనము అను ఈ రెండు సంఘటనలును తరంగ సిద్ధాంతమును మరింత బలపర్చినవి. ఈ సందర్భములో న్యూటన్ లేవదీసిన కాంతి కణసిద్ధాంతము వెనుకబడినది. కాని, ఈ శతాబ్దపు మొదటిభాగము కాంతితరంగ సిద్ధాంతము నిర్వివాదముగా స్థాపించబడలేదను విశ్వాసమును బయటపెట్టినది. దీనికి కారణము భౌతికశాస్త్రక్షేత్రమందు నూతనముగా బయల్పడిన రెండు సంఘటనలు. ఫోటోఎలక్ట్రిక్, కాంప్టన్ ఫలితములు. కాంతికూడ కణము అను అభిప్రాయము సహాయమునసే కాని ఇవి వివరించబడవు. కొనకు కాంతి తరంగములుగను, కణములుగను ప్రవర్తించు ఫోటాన్‌లమయము అను నిష్కర్షకు రావలసివచ్చినది. అందుచే ఇప్పుడు కాంతి తరంగకణరూపమని కల్పన సమంజసముగా కనుపించుచున్నది.

కాంతి తరంగకణ మగునపుడు ఎలక్ట్రాన్ కణతరంగము కాకూడదా, అను ప్రశ్న జనించవచ్చును. ఈ అర్థ తాత్త్వికదృష్టి లూయీడీబ్రాయ్ అను ఫ్రెంచ్ విద్వాంసునికి 1924 లో తట్టినది. ఎలక్ట్రాన్ తరంగధర్మములు గల కణము అను భావన ఆయన సూచించినదే. అది తరంగమే అగుచో దానికి ఒకతరంగదైర్ఘ్యము ఉండి తీరవలెను. ఆ తరంగ దైర్ఘ్యమును $\lambda = \frac{h}{mv}$ 'అను సమీకరణముచే ఆయన పొందుపరచెను. ఇచ్చట h = ప్లాంక్ స్థిరాంకము ; m = ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి ; v = వేగము. ఈ సమీకరణము ఆధారముగ లెక్కించిన ఎలక్ట్రాన్ తరంగదైర్ఘ్యము X-కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యశ్రేణిలో ఉన్నట్లు అగపడుచున్నది (చూ. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము).

పై ప్రకరణముల చెప్పినవిషయముల ప్రాయోగిక సమర్థనము 'డేవిసన్ - జెర్మర్' అను ఇరువురు జర్మను భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల ఒక ఆకస్మిక ఆవిష్కరణలో కననగును. నికెల్ లక్ష్యముపై నిగుడించిన ఎలక్ట్రాన్ల పరావర్తనము అనుశీలించుటలో వారు ప్రమాదవశమున ఆ నికెల్ లక్ష్యమును తాపాధిక్యమునకు గురిచేయుట తటస్థించినది. దీనిఫలముగ ఆలక్ష్యము తాపమువలన చాల వేరు వేరు స్ఫటికములక్రింద విచ్ఛిన్నమై సరిగాబోధపడని సంఘటనలను కొన్నిటిని ఉద్భవింపజేసినది. అందుచే వారు ఏక నికెల్ స్ఫటికముపై అల్పవిద్యుత్ప్రేషమున ఎలక్ట్రాన్లను పరావర్తనమొనరించి వాటి ప్రవర్తనను అనుశీలింప మొదలిడిరి. ఈ ప్రయోగములలో ఏకస్ఫటికమునుండి పరావర్తితమైన ఎలక్ట్రాన్లు నిశ్చయముగ తరంగములని తెలిసిన X-కిరణముల వలె ఆచరించినట్లు వారికి గోచరించినది. అందుచే ఎలక్ట్రాన్లు కూడ తరంగములే అని చెప్పవలసి యున్నది. ఈ ప్రయోగములనుండి వారు గణించిన ఎలక్ట్రాన్ తరంగ దైర్ఘ్యము డీబ్రాయ్ సమీకరణమునుండి లభ్యమైనదానికి చాలదగ్గరగా ఉన్నది.

(a) (b)

వెండిరేకుద్వారా దూసికొనిపోయిన కిరణముల మిథోఘట్టన సంఘటనలు.

(a) 30 సెం. మీ. దూరమునుండి రేకుపైపడిన ఎలక్ట్రాన్లవలన ఫలించిన చిత్రము.

(b) 0.92 సెం. మీ. దూరమునుండి రేకుపైపడిన రన్టజన్‌కిరణచిత్రము.

ఈ రెండు చిత్రముల అత్యంతికసాదృశ్యము, గణనార్హమైనది. ఈ సాదృశ్యము, ఎలక్ట్రాన్లుకూడ తరంగరూపము అను అభిప్రాయమును సమర్థించినది.

ఈ ప్రయోగములలో శాస్త్రజ్ఞులు గాంచిన విజయము వారిని పరావర్తనము, వక్రీభవనము, వివర్తనము మొదలగు కాంతిసంబంధమైన సంఘటనలన్నియును ఎలక్ట్రాన్ల కెట్లు అన్వయించునో కనుగొనుటకు పురిగొల్పినది. మిథోఘట్టనము, వక్రీభవనము ఈ రెండు సంఘటనలకును 'డేవిసన్ - జెర్మర్' ప్రయోగప్రమాణమును సాధించిరి. స్ఫటికతలముపై X-కిరణముల పరావర్తనమునందువలె ఒక పతనకిరణము ఒక నిర్దిష్టతిర్యక్ కోణమును స్వీకరించినపుడే స్ఫటికముయొక్క మొదటిపొరపై పరావర్తితమైన కిరణము, రెండవ పొరపై పరావర్తితమైనకిరణముచే బలపర్చపడి తీక్ష్ణమగు పరావర్తనము దృశ్యమగుచున్నది. ఈ సందర్భములో సుపరిచితమైన 'బ్రాగ్' సమీకరణము $n\lambda = 2d \operatorname{Sin}\theta$.

ఇక్కడ $n$ = పూర్ణాంకము ; $d$ = పరమాణ్వంతరము ; $\theta$ = పటవాలుగనున్న స్పర్శకోణము. కాని, ఎలక్ట్రాన్ల విషయమై స్ఫటికమును ప్రవేశించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలముయొక్క వక్రీభవనముకూడ లెక్కలోనికి తేవలసి యున్నది. అందుకు క్రింది సాంకేతికము సూచితమైనది.

$n\lambda = 2d\sqrt{\mu^2 - \cos^2\theta}$. ఇక్కడ $\mu$ = ఎలక్ట్రాన్‌కిరణ వక్రీభవన గుణకము. 'డీబ్రాయ్' సమీకరణమునుండి లెక్కించిన ఎలక్ట్రాన్ తరంగదైర్ఘ్యముతో ఈ పై మార్చబడిన సమీకరణమునుండి లెక్కించిన తరంగదైర్ఘ్యము ఏకీభవించుటచే ఎలక్ట్రాన్ కణతరంగము అను భావము సమర్థించబడినది.

మిక్కిలి పలుచని అభ్రకపు పొరలోనుండి ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలమును పంపించి ఎలక్ట్రాన్ తరంగచిత్రములను 'కికుచి' 1928లో సంపాదించెను. ఈ చిత్రములు ఫ్రీడ్రిక్, క్నిప్పింగ్ అనువారు X-కిరణములతో సంపాదించిన తరంగచిత్రములను చాలపోలి యున్నవి. తామ్సన్, రుప్ అనువారలు ఎలక్ట్రాన్లను అధికప్రేషములో బంగారుపొర ద్వారా పంపగా వచ్చిన తరంగచిత్రములు X-కిరణతరంగ చిత్రములతో గుణాత్మకముగను, పరిమాణాత్మకముగను చాల సాదృశ్యమును కలిగియుండుటచే ఎలక్ట్రాన్ల తరంగ స్వభావము నిస్సంశయముగ స్థాపించబడినది. ఇంకను మరియొక ప్రమాణము కావలెననిన 'రుప్' సాధించిన మరియొక ప్రయోగఫలితమును మనము పేర్కొనవచ్చును. సెంటీమీటరుకు 1300 గీతలుగల స్పెక్ట్రులము వక్రీభవన

జాలకమును ఒకదానిని ఉపయోగించి 150 వోల్టుల విద్యుత్ ప్రేషమున స్పర్శకోణములో ఎలక్ట్రానులను దానిపైకి పంపించి ఈయన ఎలక్ట్రాన్ తరంగదైర్ఘ్యమును ప్రత్యక్షముగా కొలవగలిగెను. దీనివలన ఫలించిన కొలత ఎలక్ట్రాన్ తరంగము ఒక ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ యూనిట్ పొడవు గలదని నిరూపించినది. 'డిబ్రాయ్' సమీకరణమునుండి లభ్యమైన తరంగదైర్ఘ్యము 0.999 ఆంగ్‌స్ట్రమ్ యూనిట్. ఈ రెండింటికిని వ్యత్యాసము ఏమియులేనట్లు స్పష్టము. బహుముఖములుగ ఉన్న ఈ ప్రయోగప్రమాణ సంపద ఎలక్ట్రాన్ తరంగ స్వరూపమును నిర్వివాదముగ సమర్థించినది. కాంతి శక్తి తరంగములందు తరంగస్వభావమును, ఫోటాన్‌ల యందు కణస్వభావమును కనపర్చునట్లే విద్యుచ్ఛక్తి ఎలక్ట్రాన్ తరంగములయందు తరంగస్వభావమును ఎలక్ట్రాన్ యందు కణస్వభావమును ప్రదర్శించును. ష్రోడింగర్ తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము, హైజన్‌బర్గ్ అనిశ్చయతా సూత్రము, క్వాంటంయాంత్రిక శాస్త్రము ఇవి అన్నియును ద్రవ్యతరంగభావమును ఆధారముచేసుకొనియే కల్పింపబడినవి.

వి. రా. రా.

**ఎలక్ట్రాన్ వోల్టు :** కేంద్రక కార్యములను అనుశీలించు భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు ఈ కార్యములందు విడివడుశక్తిని మైక్రోఅర్గ్‌లలో కాక ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు అను ఇంకొక యూనిట్‌లో వ్యక్తపరచుటకు అలవాటు పడిరి. దీనికి కారణము కేంద్రకవిచ్ఛేదన ప్రయోగములందు ప్రాయోగికులు ఆవిష్టపరమాణుకణములను అస్త్రములుగా ఉపయోగించుట. ఈ ఆవిష్టకణములను పరమాణువిచ్ఛేదకములు అనబరగు ప్రబలవిద్యుత్ క్షేత్రములుగల పరికరముల సహాయముచే, అధికవేగ యుతములుగా నొనర్చి వాటిని లక్ష్యముపై ప్రేరేపింతురు. ఈ విద్యుత్ క్షేత్రబలమును వోల్టులలో వ్యక్తపరచుట సంప్రదాయము. ఇచ్చట 'వోల్టు' అను పదము కణమును త్వరింపజేయు బలక్షేత్రశక్మను తెలుపు యూనిట్. ఒక ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టు అనగా ఒక యూనిట్ పరిమితమగు ఆవేశమును ధరించుచున్న కణమునకు 1 వోల్టు బలముగల విద్యుత్ క్షేత్రము అందజేయగల శక్తి. ఇట్లే పది లక్షల ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టుల శక్తి అనగా, యూనిట్ ఆవేశమును మోయుచున్న ఆవిష్టకణము పదిలక్షల వోల్టులబలముగల క్షేత్రములో సంపాదించగల చలనశక్తి. ఈ శక్తి 1.6 మైక్రోఅర్గ్‌లకు సమానము. ఈ మానములో 6 మిలియనులు లేదా 60 లక్షల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల కణములశక్తి, $6 \times 1.6 = 9.6$ మైక్రో అర్‌లకు సమానము. సాధారణముగా ఈ మిలియను ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టులశక్తి యూనిట్ క్రింద వాడుకలో నున్నది. దీనిని సంక్షేపముగా Mev (మి. ఎ. వో.) అని సంకేతించవచ్చును. ఈ Mev (మి. ఎ. వో.)కు పరిమితమగు శక్తి, కేంద్రకశక్తి యూనిట్‌గా శాస్త్రజ్ఞులచే అంగీకరించబడినది. కేంద్రకపరివర్తన కార్యములందు ఆవిర్భవించుశక్తిని, ఒక్కొక్క పరమాణువునకు లెక్కకట్టక, 1 గ్రాము భారము గల ద్రవ్యమునుండి బహిర్గమించుశక్తిని గణించుట ఎట్లు సాగునో చూతము. $\alpha$- కణాఘాతఫలముగా జరుగు అల్యూమినియము కేంద్రకపరివర్తనమును దృష్టాంతముగా తీసికొందము. అల్యూమినియము పరమాణుభారము 27. 27 గ్రాముల అల్యూమినియములో $6.06 \times 10^{23}$ పరమాణువులున్నవి. (ఈ సంఖ్య పరమాణుభారములోనున్న పరమాణువులను తెలియచేయుసంఖ్య. దీనికి అవాగాడ్రో సంఖ్య అనిపేరు). 1 గ్రాము అల్యూమినియములో

$$\frac{6.06 \times 10^{23}}{27} = 2.2 \times 10^{22}$$ పరమాణువులు ఉన్నవి.

ప్రతి అల్యూమినియము పరమాణువును పరివర్తనమును చెందునపుడు 3.7 మైక్రోఅర్గ్‌లు శక్తి విడుదల చేసినట్లైన, 1 గ్రాము భారమంతయు సంపూర్ణముగా మారినపుడు విడుదలయగుశక్తి $2.2 \times 10^{22} \times 3.7 = 8.2 \times 10^{22}$ మైక్రోఅర్గ్‌లు లేదా $8.2 \times 10^{16}$ అర్గ్‌లు.

ఇట్లే ఒక గ్రాము యురేనియమ్‌లో $2.5 \times 10^{21}$ పరమాణువులు ఉన్నట్లు లెక్కకట్టి చూపవచ్చును. ఒక యురేనియమ్ పరమాణువు విచ్ఛిత్తినిపొంది 320 మైక్రోఅర్గ్‌లశక్తిని బయటపెట్టును. గ్రాము యురేనియమ్ $2.5 \times 10^{21} \times 320$ మైక్రోఅర్గ్‌లను విడుదలచేయును.

$2.5 \times 10^{21} \times 320$ మైక్రోఅర్గ్‌లు $= 8 \times 10^{17}$ అర్గ్‌లు.

$4.185 \times 10^{7}$ అర్గ్ 1 కేలోరీకి సమానము. (కేలోరీ = 1 గ్రాము నీటితాపక్రమమును $1^{\circ}C$ హెచ్చు చేయుటకు వలయు ఉష్ణరాశి).

1 కిలో కేలోరీ = 1000 కేలోరీలు = $4.185 \times 10^{10}$ అర్గ్‌లు; కనుక 1 గ్రాము యురేనియమ్ మార్పును పొందినపుడు $1.9 \times 10^{7}$ కిలో కేలోరీలశక్తి విడివడును. సాధారణరాసాయనిక ప్రక్రియలలో వెలువడు ఉష్ణతాశక్తినికూడ కిలోకేలోరీలలో వ్యక్తపరచుదురు. ఉదా: 1 గ్రాము బొగ్గు సంపూర్ణముగా జ్వలించి కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌గా మారిన ప్రక్రియలో 8 కిలో కేలోరీల వేడిబయటకు వచ్చును. 1 గ్రాము ట్రైనైట్రోటాల్యుయిన్ అను ఉపద్రవకరమైన విదారకద్రవ్యము ప్రేలునపుడు హఠాత్తుగా ఒకకిలో కేలోరీ వేడివెలువడును. ఈ మానములో 1 గ్రాము యురేనియమ్ సంపూర్ణముగా పరివర్తనము చెందునపుడు 190 లక్షల కిలో కేలోరీలశక్తి బహిర్గమించును.

పైని వివరించిన లెక్కలు, రాసాయనికప్రక్రియలకును, కేంద్రకపరివర్తన ప్రక్రియలకును గల అత్యాశ్చర్యకరమైన శక్తితారతమ్యమును తెలిచేయుచున్నవి. వాస్తవముగా గ్రాము యురేనియమ్‌లో గుప్తమైయున్న శక్తి 190 లక్షల గ్రాములు లేదా 19 టన్నుల T. N. T. లో ఇమిడియున్న శక్తికి సమానము.
మే. వ. స.

**ఎ. సి. విద్యుత్తు** : చూ. ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము. పు. 200.

**ఎస్టర్‌లు** : చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు.

**ఏస్టాటిన్**: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 85 ; సంకేతము At; పరమాణుభారము 210 (స్థూలరాశి). అతి అస్థిరమైన మూలద్రవ్యమగుటచే 1940 లో దీనిని వెలుగుకు తీసుకువచ్చిన డి. ఆర్. కార్సన్, కె. ఆర్. మెకంజీ, ఇ. జి. సెగ్నె దానికి 'ఏస్టాటిన్ '(అనగా గ్రీక్ భాషలో 'అస్థిర' అని అర్థము) అని పేరు పెట్టిరి.
* * *

**ఐన్‌స్టయిన్, ఆల్బర్ట్** (1879-1955): సాపేక్షతావాదమును ప్రతిపాదించి ప్రపంచ ప్రఖ్యాతిని గాంచిన ప్రతిభాశాలి ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టయిన్. 1905 లో ఆయన ప్రతిపాదించిన విశేషసాపేక్షతావాదము దేశకాలములను గూర్చి మానవుని అభిప్రాయములను పూర్తిగా మార్చివేసినది. 1915 లో ఐన్‌స్టయిన్ సామాన్యసాపేక్షతావాదమును ప్రకటించెను. న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణసిద్ధాంత రీత్యా విడని కొన్ని సమస్యలను ఐన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతము సులువుగా పరిష్కరించినది. ఆకాశములో గ్రహనక్షత్రాదుల క్రమచలనము గురుత్వాకర్షణబలముచే జరుగుచున్నదను న్యూటన్ సిద్ధాంతమును నిరాకరించి, సూర్యునివంటి ఖగోళము తన చుట్టు ప్రక్కల నున్న ప్రదేశమందు కలుగజేయు లొత్తలో దాని చుట్టు తిరుగు గ్రహము లన్నియు వాటి కనువైన కనిష్ఠ దూరములుగల మార్గములను చుట్టుచున్నవని నిరూపించెను.

ఇదిగాక ఈయన సిద్ధాంతమందు ఇమిడియున్న ద్రవ్యమునకును, శక్తికినిగల తాదాత్మ్యసంబంధము, పరమాణుగర్భమునందిమిడియున్న శక్తిని విడివడచేయుటకు అవకాశమును కల్పించినది. ఈ కారణమున ఆటంబాంబు సృష్టికి ఐన్‌స్టయిన్ పరోక్షముగా కారణభూతుడైనాడు (చూ. ఐన్‌స్టయిన్ సమతా సూత్రము.).


ఐన్‌స్టయిన్

సాపేక్షతాసిద్ధాంత ప్రతిపాదనకు తోడు, అణుకణముల 'బ్రౌన్యన్' చలనము, ఘనద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణత మొదలగు విషయములను గూర్చిన ఈయన పరిశోధనలు భౌతిక శాస్త్రములో ప్రధాన ఘట్టములుగా పరిణమించినవి.

ఐన్‌స్టయిన్ ఆవిష్కరించిన 'ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ ఫలితము' (టాకీ), 'టెలివిజన్' పరికరముల నిర్మాణమునకు దారితీసినది. ఇటీవల ఆమహావిజ్ఞాని ప్రతిపాదించిన ఐక్యక్షేత్రవాదము (యూనిఫైడ్ ఫీల్డ్ థియరీ) వేరువేరు భౌతికశాస్త్రశాఖలన్నిటిని ఏకసూత్రగ్రథితముగా నొనర్చు సామర్థ్యము కలది.

ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టయిన్ 1879 మార్చి 14 వ తేదీన జర్మనీ దేశములో వుర్టెంబర్గ్ సమీపముననున్న ఉల్మ్ అను చోట సామాన్య యూదు కుటుంబమున జన్మించెను. ఈతని బాల్యము మ్యూనిక్‌లో గడచినది. పినతండ్రివద్ద పొందిన విద్యాశిక్షణ ఫలితముగ ఇతనికి పిన్నతనముననే గణితములో ఆసక్తి కలిగెను. పదిహేనేండ్లనాడే యూక్లిడ్, న్యూటన్, స్పినోజా మొదలగు పండితశ్రేష్ఠుల సిద్ధాంతములను ఇతడు క్షుణ్ణముగా అవగతమొనర్చుకొనెను. తన 15 వ ఏట స్విట్జర్లండ్ దేశమునకేగి జ్యూరిక్‌లోని పోలిటెక్నిక్ విద్యాశాలలో విద్య పూర్తిచేసి, ఆ యూనివర్సిటీనుండియే పట్టభద్రుడయ్యెను.

జన్మచే యూదుడగుటచే సరియైన ఉద్యోగము వెంటనే లభింపక ఒక సంవత్సరకాలము ఉపాధ్యాయుడుగా పని చేసి చివరకు 1901 లో బెర్నులోని పేటెంటు కార్యాలయములో పరీక్షకుడుగ చేరెను. ఆ ఉద్యోగమున ఉండగనే 1905 లో విశేషసాపేక్షతావాదమును ప్రకటించెను. దీనితో ఆయన అప్రతిమాన ప్రతిభ దిగంతవ్యాప్తమైనది. దేశదేశములవారు తమ విజ్ఞాన సంస్థలలో ఆచార్యుడుగా పని చేయ ఆతనిని ఆహ్వానించిరి.

తాను ఏ యూనివర్సిటీనుండి డాక్టరేట్ పట్టమును పొందెనో ఆ జ్యూరిక్ యూనివర్సిటీలోనే ఐన్‌స్టయిన్ 1909లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. 1912 లో బెర్లిన్ (నాటి జర్మనీ రాజధాని) నగరములో కెయ్‌జర్ విల్హెల్మ్ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో భౌతికశాస్త్ర సిద్ధాంతదర్శకుడుగ నియమితుడైనాడు. ఆ సంవత్సరము ఆతనిని 'రాయల్ ప్రష్యన్ ఎకాడమీ ఆవ్ సైన్స్'వారు సభ్యునిగా ఎన్నుకొనిరి. 1914 లో బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు ఆతడు భౌతిక విజ్ఞానాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను.

ఐన్‌స్టయిన్ పరిశోధనల విశిష్టతను గుర్తించి ప్రపంచములో అనేక విజ్ఞానసంస్థలవారు ఆతనిని పలురీతుల గౌరవించిరి. 1921 లో నోబెల్ బహుమానము ఆతనికి ఈయబడినది.

ప్రథమ ప్రపంచసంగ్రామానంతరము జర్మనీ రాజకీయములలో వచ్చిన మార్పులఫలితముగా ఐన్‌స్టయిన్ ఆ దేశమును వీడవలసివచ్చినది. ఆ సందర్భములో పెక్కుదేశములు ఆ విజ్ఞాన విశారదుని తమతమ దేశములకు ఆహ్వానించినవి. కాని అతడు యునైటెడ్‌స్టేట్స్ ఆహ్వానమును స్వీకరించి ప్రిన్స్‌టన్ యూనివర్సిటీలో 'ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఫర్ ఎడ్వాన్స్‌డ్ స్టడీస్'లో గణితశాస్త్రాచార్య పదవిని చేపట్టినాడు యునైటెడ్‌స్టేట్స్ ఆయనకు పౌరస్వత్వము ఇచ్చి గౌరవించినవి. చూ. సాపేక్షతావాదము. జి.సు.రె.

**ఐన్‌స్టయిన్ కాంతిశక్తి యూనిట్ :** ఐన్‌స్టయిన్ కాంతి రాసాయనిక సమతాసూత్ర ప్రకారము కాంతి కారణముగా ద్రవ్యమునందు ఏదైన రాసాయనికపు మార్పు సంభవించునపుడు ద్రవ్యముచే విచూషించబడిన ప్రతికాంతి క్వాంటంనకును ఆ ద్రవ్యమందు ఒక అణువు రాసాయనికముగా మారును. కాంతిక్వాంటం పరిమాణము, దానితరంగ పౌనఃపున్యమునుబట్టి ఉండును. తరంగ పౌనఃపున్యము $\nu$ అయిన ఆ కాంతిక్వాంటం పరిమాణము $h\nu$ (ఇచ్చట $h$ = ప్లాంక్ స్థిరాంకము).

చలదణుసిద్ధాంత ప్రకారము ఒకగ్రాముఅణుభారము గల ద్రవ్యమందు N అణువులు ఉండును. N అణువులను మార్పుచెందించుటకు అణువునకు ఒక క్వాంటం ($h\nu$) చొప్పున $Nh\nu$ ల గుణనఫలమునకు 'ఐన్‌స్టయిన్‌యూనిట్' అనిపేరు. ఐన్‌స్టయిన్ = $Nh\nu$ మే. వ. న.

**ఐన్‌స్టయిన్ సమతాసూత్రము:** శక్తి, ద్రవ్యరాశుల సమానత్వము, సంప్రదాయ భౌతికవిజ్ఞానములో ద్రవ్యరాశికిని, శక్తికిని సంబంధములేదు. విశ్వమందలి మొత్తము ద్రవ్యపరిమాణము స్థిరముగనుండునని, ద్రవ్యమును సృష్టించుటకుగాని, నాశనమొనర్చుటకుగాని వీలులేదని పూర్వశాస్త్రజ్ఞులు నమ్మిరి. ఈ నమ్మకమునకు 'ద్రవ్యనిత్యత్వ సూత్రము' అనిపేరు. ఇట్లే, శక్తిని గూర్చిన 'శక్తినిత్యత్వ సూత్రము'ను వారు వేరే కల్పించుకొనిరి.

ద్రవ్యరాశి శక్తిగను, శక్తి ద్రవ్యరాశిగను మారవచ్చునని సూచించి ద్రవ్యరాశి, శక్తుల సమానత్వమును నిరూపించు $E = mc^2$ అను సమీకరణమును 1905లో ఐన్‌స్టయిన్ ప్రకటించెను. $E$ = అర్గులలో శక్తి; $m$ = గ్రాములలో ద్రవ్యరాశి ; $c$ = కాంతివేగము $= 3 \times 10^{10}$ సెం.॥మీ.॥ సెకనుకు ఈ సమీకరణరీత్యా ఒకగ్రాము ద్రవ్యరాశి. $1 \times (3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20}$ అర్గుల శక్తికి సమానము.

ఆధునిక భౌతికవిజ్ఞానమందు ముఖ్యముగా రేడియోధార్మికతయందును పరమాణు శాస్త్రభాగములోను ఈ సమానత్వసూత్రము చాల ఉపకరించినది. ఆ రంగములో జనించిన అనేకసమస్యలు ఈ సూత్రముచేత పరిష్కృతములైనవి. ఇందుకు సంబంధించిన మూడు ఉదాహరణములు దిగువ నీయడమైనది :

1. యురేనియమ్ పరమాణువును న్యూట్రాన్‌కణముచే ఘట్టించి రెండుఖండములుగ బద్దలుచేయవచ్చును. ఈ పరమాణుకేంద్రకవిచ్ఛేదనమందు విపరీతమగుశక్తి విడుదల అగుచున్నది. ఈ విచ్ఛేదన ఫలితముగా కలిగిన రెండు ఖండముల ద్రవ్యరాశిమొత్తము యురేనియమ్‌పరమాణువు, న్యూట్రాన్ కణముల ద్రవ్యరాశుల మొత్తముకంటె స్వల్పముగ తక్కువగా ఉన్నట్లు కనుగొనబడినది. ఇట్లు కొరతబడ్డ ద్రవ్యలేశమును $E = mc^2$ అను సమీకరణమును ఉపయోగించి శక్తిలోనికి మార్చగా, ఈ గణన ఫలితము పరమాణుకేంద్రకవిచ్ఛేదనఫలితముగ జనించిన శక్తికి సమానమని నిర్ధారితమైనది. అందుచే, ద్రవ్యరాశి నాశనముచెంది శక్తిగ రూపొందుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. ఈ శక్తికే 'పరమాణుశక్తి' (ఆటమిక్ ఎనర్జీ) అని పేరు. ఇట్లే అనేకప్రయోగములలో ద్రవ్యరాశి-శక్తి సమానత్వసూత్రసత్యము రుజువైనది.

2. శక్తి ద్రవ్యరాశిగ మారినట్లుకూడ దృష్టాంతము ఉన్నది. కాని, ఆ పరివర్తనము అరుదుగా జరుగును.

కేవల శక్తి అవతారమగు గామాకిరణము కేంద్రకము చుట్టునున్న విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రమందు అధిక వేగముతో ప్రవేశించినపుడు పోజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను ఆవిష్టకణముల జంట ఉద్భవించుచున్నది. ఇదియే శక్తి ద్రవ్యముగా మారుటకు దృష్టాంతము.

3. సూర్యాదినక్షత్రములు నిరంతరము వెదజల్లునట్టి కాంతి, ఉష్ణతలు ఎట్లు పుట్టుచున్నవని చిరకాలమునుండి సందేహము కలదు. కాని, దానికి తృప్తికరమైన సమాధానము ఇటీవలివరకు లభింపలేదు. ఆ గోళాంతరము లందున్న మహత్తరతాపక్రమములలో ద్రవ్యరాశి శక్తిగ పరివర్తన మొందుటచేతనే వాటికి శక్తి లభించుచున్నదని నేటిశాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసించుచున్నారు. సూర్యునిలోనున్న హైడ్రోజన్‌వాయువు, హీలియమ్ వాయువుగా మారుటచే అమితమైనశక్తి పుట్టుచున్నది. సూర్యమండలమధ్యమున నున్న కొన్నికోట్ల డిగ్రీల తాపక్రమమునందు నాలుగేసి ప్రోటాన్‌లు చేరి ఒక హీలియమ్ కేంద్రకముగా మారుచున్నవి. నాలుగుప్రోటాన్‌ల మొత్తము ద్రవ్యరాశి హీలియమ్ కేంద్రకముయొక్క ద్రవ్యరాశికంటె కొంచెము హెచ్చు. నాలుగు ప్రోటాన్‌లు కలసి ఒక హీలియమ్ కేంద్రకముగా మారినప్పుడు ఆ హెచ్చుగనున్న ద్రవ్యరాశి శక్తిగ మారుచున్నది. ఈ తీరున హీలియమ్ కేంద్రకములు క్షణక్షణము నిరంతరము సూర్యగోళమున కోటానుకోట్లు ఉత్పన్నము లగుచున్నవి. ఈ మార్పులవలన పుట్టుచున్న శక్తి సూర్యగోళమునుండి ప్రసరించుచున్న శక్తికి సమానమని తేలినది. సూర్యునియందు జరుగుచున్న ఈ ప్రక్రియను భూమిపైనున్న శోధనాగారములలో అనుకరించి శాస్త్రజ్ఞులచే ఆటంబాంబుకన్న వేయిరెట్లు విధ్వంసశక్తిగల హైడ్రోజన్‌బాంబు నిర్మించిరి (చూ. ఆటంబాంబు పు. 167).

పై ఉదాహరణమువలన ద్రవ్యరాశికిని, శక్తికిని పరస్పర తాదాత్మ్యసంబంధము ఉన్నదని స్పష్టము. అందుచేత ద్రవ్యరాశి, శక్తులను వేరువేరుగా భావించ వీలులేదు. వీటి నిత్యత్వసూత్రములను రెండింటిని చేర్చి ఏకసూత్రముగ భావించవలసియున్నది. కావున విశ్వమందలి శక్తి-ద్రవ్యరాశి మొత్తములో ఎన్నడును మార్పుఉండదు. ద్రవ్యరాశి శక్తిగను, శక్తి ద్రవ్యరాశిగను మారవచ్చునుగాని, వాటిని సృజించుటకుగాని, నాశనము చేయుటకుగాని వీలు లేదు. ఈ సూత్రమునకు 'శక్తి-ద్రవ్యరాశి నిత్యత్వ సూత్రము' అనిపేరు.

ద్రవ్యరాశి, శక్తి ఏదోఒకదాని వికారములని భావించవచ్చును. అట్టిదానికి ద్రవ్యరాశి శక్తి అనిగాని, శక్తి ద్రవ్యరాశి అనిగాని పేరు పెట్టవచ్చును. నిజముగ ప్రపంచమందు అగపడుచున్న మూలతత్త్వము శక్తియే. దాని వికారమే ద్రవ్యము కావచ్చును. వి. అ. రా.

**ఐన్‌స్టయినియమ్ :** యురేనియమ్ తరువాతి మూల ద్రవ్యములలో నొకటి. పరమాణ్వంకము 99; సంకేతము Es; పరమాణుభారము 254(స్థూలరాశి). ఐన్‌స్టయినియమ్ ప్రకృతిలో లభించని మూలద్రవ్యము. కృత్రిమంగా పరమాణు కేంద్రకమును విచ్ఛేదనము చేసినప్పుడు ఈ మూల ద్రవ్యము ఏర్పడినది (1952). ఐన్‌స్టయినియమ్ సమస్థానీయము (ఐసోటోపు) లన్నియు రేడియోధార్మిక స్వభావము గలవి.

* * *

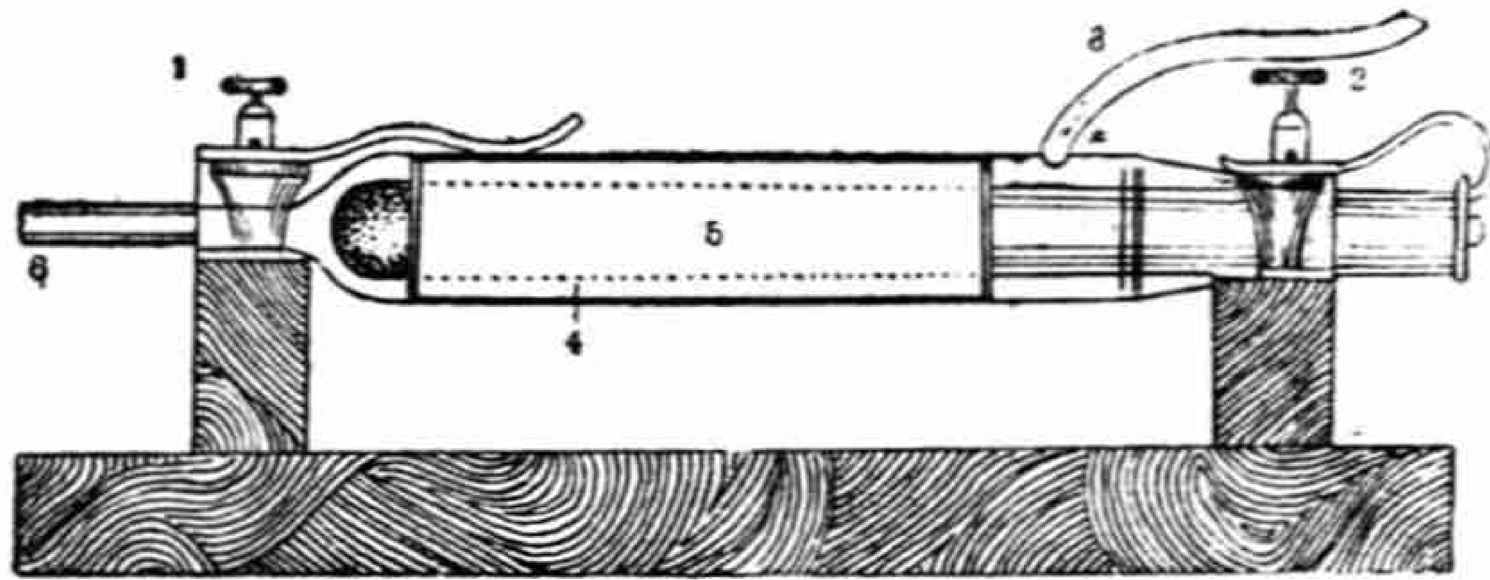
**ఓజోకిరైట్ (నేలమైనము) :** గెలీషియాలో దొరకు పారఫిన్ యౌగిక సంయోగము. ఇది మైనమువలె ఘనస్థితిలో ఉండును. క్రొవ్వులనుగాని, ఎరుపుధాతువుగల నేలబొగ్గును గాని స్వేదించుటవలన పారిశ్రామికముగ ఇది లభించుచున్నది. మైనమువలెనే దీనిని ఉపయోగింతురు. మే. వ. స.

**ఓజోన్ :** మెరపులవలన గాలిలో విద్యుదుత్సర్గము జరిగినపుడు ఒక విధమగు వాసన వచ్చునని ఫాన్‌మారుమ్ 1785 లో తెలిపెను. ఈ వాసనకు కారణము గాలిలోని ఆక్సిజన్‌నుండి ఏర్పడు ఒక వాయువని, షన్‌బైన్ 1840 లో నిరూపించి దానికి వాసనను ఇచ్చునది అను అర్థముగల 'ఓజోన్' అని పేరు పెట్టెను.

అలలు విరుగునపుడు ఏర్పడు తుషారమునందు ఓజోన్ కొంచెముగా ఏర్పడుటచే సముద్రము ఒడ్డున కొంచెము ఓజోన్ వాసనవేయును. వాతావరణములో పైపొరలలో నుండు ఆక్సిజన్ సూర్యరశ్మియందుండు అతినీలలోహిత కిరణములకు గురియగుటచే ఓజోన్‌గా మారును. అతినీలలోహిత కిరణములవలన చేకూరు అపాయముల నుండి ఈ ఓజోన్‌పొర భూమిపైనున్న జీవరాశులను కాపాడుచున్నది.

శోధనాగారమందు ఆక్సిజన్‌ని ఓజోన్‌గా మార్చుటకు అనేకపరిస్థితులను కల్పించవచ్చును. భాస్వరపుకణికలు మెల్లగా ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించునపుడును, అమోనియమ్ పెర్‌సల్ఫేట్‌ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినపుడును, ఫ్లోరీన్ వాయువు నీటితో సంయోగించునపుడును, సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌ను బలమైన విద్యుత్‌ప్రవాహముతో విశ్లేషణము కావించినపుడును, ఆక్సిజన్ విడివడు ఏ రాసాయనిక ప్రక్రియయందైనను కొలదిగా ఓజోన్ ఏర్పడును. శోధనాగారమందు ఓజోన్‌ను తయారుచేయుటకు సుకరమైనపద్ధతియందు సీమెన్స్ ఓజోనైజర్‌లో ఆక్సిజన్‌ని విద్యుదుత్సర్గమునకు గురిచేయురురు.

ఈ పరికరమందు రెండు సమకేంద్రములైన గాజుగొట్టములు చిత్రములో చూపినట్లు ఒకదానిలోనొకటిదూర్చి ఒకవైపు అతుకబడియున్నవి. పైగొట్టపు పైతలము, లోపలిగొట్టపు లోపలితలము తగరపు రేకులతో కప్పి




సీమెన్స్ ఓజోనైజర్

యున్నవి. ఈ రెండు తగరపు రేకులను ప్రరోచనవేష్టనము (ఇండక్షన్ కాయిల్) యొక్క రెండగ్రములకు చెరియొకటి తగిలించినచో తగరపు రేకుల మధ్య విద్యుదుత్సర్గము సంభవించును. రెండు గొట్టముల మధ్యనున్న ఖాళీస్థలము ద్వారా గాలినికాని, ఆక్సిజన్ నికాని పంపించినచో ఆక్సిజన్ కొంతవరకు ఓజోన్‌గా మారును.

భౌతిక ధర్మములు : ఓజోన్‌యుత ఆక్సిజన్‌లో 15% కన్న హెచ్చు ఓజోన్ ఉండదు. ఓజోన్ ' — 112° ' C వద్ద ద్రవీభవించును. ద్రవమును ' — 249.7° ' C లకు శీతలీకరించినచో ఘనస్థితికి మారును. ఇది గాఢమైన ఊదా రంగు గలది. నీటిలో ఆక్సిజన్ కన్న ఓజోన్ ఎక్కువగా కరగును. ఒక లీటరు ఓజోన్ వాతావరణము ప్రేషము, 0°C తాపక్రమము వద్ద 2.154 గ్రాములు తూగును.

రాసాయనిక ధర్మములు : ఓజోన్ చాల అస్థిరమైన ద్రవ్యము. సాధారణ తాపక్రమములలో కూడ మెల్లగా ఆక్సిజన్‌గా మారిపోవును : $2\ O_3 \longrightarrow 3\ O_2$ ; ఓజోన్ విఘటన 300°C వద్ద ఒక క్షణములో ముగియును. ఓజోన్ విఘటనకు వెండి, ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్, మాంగనీస్ ఆక్సైడ్ మొదలగునవి ప్రేరకములుగా ఆచరించును. ఓజోన్ తాకినపుడు వెండి నల్లబడును. ఓజోన్ సంపర్కమున పాదరసము దాని చపలతను కోల్పోయి, ఆధార పాత్ర కంటుకొనును. పాదరసములో కొంత ఆక్సైడ్‌గా మారి ఈ ఆక్సైడ్ పాదరసములో కరగియుండుటవలన పాత్ర కంటుకొను గుణము కలిగినది.

ఓజోన్‌ను నిస్సంశయముగా గుర్తించుటకు, ఆర్నోల్డ్ ద్రావణములో* తడిపిన అద్దుడు కాగితముపై దీని సంపర్కమున ఊదారంగు ఏర్పడును. అట్లే గంజిద్రావణములో ముంచిన పొటాసియమ్ అయిడైడ్ కాగితము ఓజోన్‌ను గుర్తించును. ఓజోన్ యొక్క ఆక్సీకరణ స్వభావమువలన పొటాసియమ్ అయిడైడ్ ఆక్సీకరించబడి అయిడీన్ విడుదలయగును. ద్రావణములోని గంజితో అయిడీన్ సంయోగించి నీలిరంగుగల యౌగికమును ఇచ్చును. ఈ సాధనమును ఉపయోగించి నీలిరంగుయొక్క తీక్ష్ణతను కనిపెట్టి గాలిలో నియత ఆయతనములో నున్న ఓజోన్ రాశిని స్థూలముగా గణించవచ్చును.

ఓజోన్ ఆక్సిజన్‌కన్న మిక్కిలి సమర్థమైన అక్సీకరణ సాధనము. ఆక్సిజన్‌కి సాధ్యము కాని కొన్ని కార్యములను ఓజోన్ సులభముగా చేయగలదు. బంగారమును, ప్లాటినమ్‌ను తప్ప తక్కిన ధాతువులను సాధారణ తాపక్రమములో ఆక్సైడ్‌లుగను - పెరాక్సైడ్‌లుగను మార్చును. నల్లని లెడ్‌సల్ఫైడ్‌ను తెల్లటి సల్ఫేట్‌గా ఆక్సీకరించగలదు. నీలిమందువంటి రంగులు గల కార్బన్ ద్రవ్యములను ఆక్సీకరించి వివర్ణముగా చేయును; రబ్బరును గట్టి పరచును.

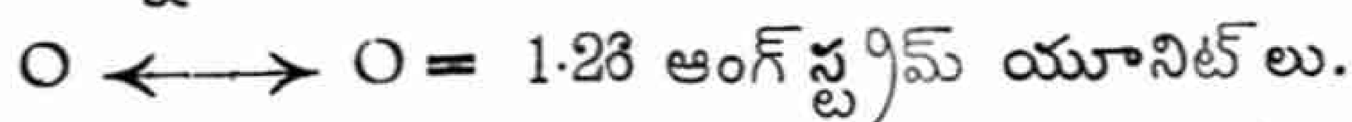
ఉపయోగములు : దాని ఆక్సీకరణ ప్రభావమువలన ఓజోన్‌కు రెండు ఉపయుక్తమైనగుణములు కలవు. అవి సూక్ష్మక్రిములను నాశనముచేయుట, రంగుగల ద్రవ్యములను వివర్ణముగా చేయుట. మొదటి ధర్మమును ఉపయోగించి మన్యప్రదేశములలోను, జనసమ్మర్దముగల వినోదశాలలలోను, సూక్ష్మక్రిముల నశింపచేసి గాలిని శ్వాసయోగ్యముగా చేయుదురు. పెద్ద పట్టణములలో త్రాగునీటిలో సూక్ష్మజీవులు లేకుండచేయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. రెండవధర్మము మైనము, దంతము మొదలగు వస్తువులను వివర్ణము చేయుటకు వాడుదురు.

అణురచన : ప్రత్యేకముగా ఓజోన్ సులభముగా దొరకదు గాన తారతమ్యసాంద్రతాగణనయు, దాని నుండి అణుభారనిర్ణయమును వీలుకావు. అందువలన దీని అణుభారము, పరోక్షపద్ధతులచే నిర్ణయించవలసి ఉన్నది. సాకెట్ ప్రయోగము ఇట్టి పరోక్షపద్ధతిని ఉపయోగించి ఆక్సిజన్ ఆయతనమునకును దానినుండిలభ్యమగు ఓజోన్ ఆయతనమునకును గల సంబంధమును నిర్ణయించి మూడు ఆయతనముల ఆక్సిజన్ నుండి రెండు ఆయతనముల ఓజోన్ జనించునని చూపెను.

ఆవాగాడ్రోకల్పన(చూ.పు. 91) ఉపయోగించి, మూడు అణువుల ఆక్సిజన్ రెండుఅణువుల ఓజోన్‌ను ఇచ్చునని నిరూపించవచ్చును. ఆక్సిజన్ అణువు ద్విపరమాణుకము గనుక, మూడు ఆక్సిజన్ అణువులలో ఆరు పరమాణువులు ఉండ

* టెట్రామెథిల్ డైఎమీనోడైఫీనిల్ మీథేన్ అను కార్బన్ యౌగికముయొక్క ఆల్కహాల్ ద్రావణమునకు ఆర్నోల్డ్ ద్రావణమని పేరు.

వలయును. ఈ ఆరు పరమాణువులును రెండు ఓజోన్ అణువులు ఏర్పడుటకు చాలినవి. కనుక ఓజోన్ త్రిపరమాణుకమని రుజువైనది. $3\,O_2 \longrightarrow 2\,O_3$ కాని దీని రచనా సాంకేతికము O=O=O గాని, లేదా △ గాని కావచ్చును. ఈ రెండింటిలో ఏ సాంకేతికము ఓజోన్ రచనను యదార్థముగా తెలియజేయునో ఇంకను నిర్ణయము కావలసియున్నది. (చూ. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్).

ఓజోన్ అణువు త్రిభుజాకారము  ఈ రచన దాని పరశ్యోణ వర్ణమాల పరీక్షవలనను, ఎలక్ట్రాన్ వక్రీభవన ప్రయోగముల వలనను సమర్థించబడినది. ఇందు మూడు ఆక్సిజన్ పరమాణువులును పరస్పరము సమదూరములో నున్నవి:

O ⟷ O = 1·28 ఆంగ్‌స్ట్రోమ్ యూనిట్‌లు.

పి. వి. కృ. మూ.

**ఓమ్, జార్జిసైమన్ (1787 - 1854) :** ఈయన ఎర్లాంగెన్ యూనివర్సిటీ యందు విద్యనభ్యసించి, మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీయందు 1849 లో భౌతిక శాస్త్ర అధ్యాపకుడుగా కుదురుకొనెను. విద్యుద్వాహకపు నిరోధమునకును, విద్యుచ్చాలక బలమునకు, విద్యుత్ప్రవాహమునకు గల సంబంధమును ప్రయోగసరణిలో స్థాపించిన ధీమంతుడు. విద్యుద్వాహకపు నిరోధమును తెలియజేయు యూనిట్ (ఓమ్) ఈయన పేరును మోయుచున్నది. ఈయన శబ్దశాస్త్రమందు, స్ఫటికములలో జరుగు కాంతి మిథస్సంఘటన అనుశీలనయందుకూడ కృషిచేసి మహత్తరఫలములను కాంచినవాడు. మే. వ. న.

**ఓమ్ నియమము :** ఒక ద్రవ్యములో ఉండవలసిన దానికంటె ఎక్కువగాగాని తక్కువగాగాని ఎలక్ట్రాన్‌లున్నచో, అది విద్యుదావేశమును పొందును. ఆవేశము ఎక్కువైనకొలది దాని 'శక్మ' ఎక్కువ అగును. ధనావేశమెక్కువైనచో ధనశక్మయు, ఋణావేశ మధికమైనచో ఋణశక్మయు ఎక్కువగుచుండును. ఆవేశమును ఎక్కువచేసి శక్మను పెంచుటకు రెండుసులభమార్గము లున్నవి. అవి 1. ఘర్షణ, 2. రాసాయనికక్రియ. గాజు కడ్డీని సిల్కురుమాలుతో రాసి గాజుయొక్క శక్మను ఎక్కువచేయవచ్చును. కడ్డీని ధాతుదండముతో తాకినపుడు గాజు ఆవేశము క్షయమొందును. ప్రవహించుచున్న విద్యుదావేశమే విద్యుత్ప్రవాహము.

విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గల గాజుపాత్రలో రాగి రేకును, జింకు రేకును ఎడముగా ముంచినచో వోల్టాఘటము ఏర్పడును. అట్టిఘటములో రాగిరేకుపై ధనావేశమును జింకురేకుపై ఋణావేశమును వసించును. ఘటములో జరుగు రాసాయనికక్రియయే ఈ ఆవేశములకు ఆధారము. అందుచే రాగి, జింకు రేకులు రెండును వేర్వేరుశక్మలలో ఉన్నవి. వాటి విడికొనల రెండింటిమధ్యను శక్మ వ్యత్యాసము ఉన్నదందురు. సామాన్య వోల్టాఘటములో సుమారొక యూనిట్ శక్మవ్యత్యాసము ఉండును. ఆ యూనిట్‌ను 'వోల్టు' అందురు. ఈ మానములో టార్చిలైటుఘటపు శక్మ వ్యత్యాసము 1·5 వోల్టులు ; కారుబ్యాటరీ 6 వోల్టులు.

విద్యుచ్ఛాస్త్రములో శక్మకును, జలస్థితిశాస్త్రములో ప్రేషమునకును సామ్యమున్నది. అధిక ప్రేషమునుండి స్వల్పప్రేషముఖముగా నీరు ప్రవహించునట్లు విద్యుదావేశము సైతము అధికవిద్యుత్ప్రేషస్థానములనుండి అల్ప విద్యుత్ప్రేషస్థానముల వైపునకు ప్రవహించును. ఆ విద్యుత్ ప్రేషమే 'శక్మ' అని పిలువబడుచున్నది.

శక్మను కొలచుటకు అంకిత విద్యుద్దర్శనిని ఉపయోగింతురు. అనుకూలమైన మార్పులతో గాల్వనీమాపకమునుగూడ సామాన్యముగా వాడుచున్నారు.

గమనములోనున్న విద్యుదావేశమును విద్యుత్ప్రవాహమందురు. వోల్టాఘటమందలి రాగి, జింకురేకుల కొనలను ఒక ధాతుతంత్రితో కలిపినరాగిపైనున్న ధనావేశము తంత్రిద్వారా జింకువైపునకుగాని, లేదా జింకుపైనున్న ఋణావేశము రాగివైపునకుగాని గమించగా తంత్రిలో విద్యుత్తు ప్రవహించునందురు.

ఎలక్ట్రాన్‌లు గమించుదిశ కెదురుగా విద్యుత్తు ప్రవహించుననుట సంప్రదాయము. ఇట్లు జింకునుండి రాగివైపునకు తంత్రిద్వారా ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రవహించుచుండగా, విద్యుద్ధార రాగినుండి జింకు వైపునకు తంత్రిలో ప్రవహించునందురు.

విద్యుత్‌వలయము : విద్యుద్వహనమార్గము సంవృతమై ఉండినగాని స్థిరమైనవిద్యుద్ధార ప్రవహించదు. అట్టిసంవృత మార్గమును 'విద్యుద్వలయ'మందురు. సామాన్య వోల్టాఘటమందలి రాగి, జింకురేకులను తీగతో కలిపినపుడు, తీగద్వారా విద్యుద్ధార ప్రవహించును. తీగను తెంపినచో శక్మవ్యత్యాసము ఉండినప్పటికిని వహనమార్గము ఖండితమగుటచే విద్యుత్తు ప్రవహించదు. తీగకొనలను కలిపి వలయమును పూర్తిచేసినచో తిరిగి ధార ప్రవహించును.

ఒక వలయములోని విద్యుత్ ప్రవాహ బలమును సామాన్యముగా దాని అయస్కాంతఫలితములచే కొలుతురు. 15 సెం.మీ. వ్యాసము కలిగిన 5 చుట్లుగల రాగితీగ వేష్టనమును అయస్కాంత దక్షిణోత్తరదిశలలో నిలువుగా

ఉంచి, దానికేంద్రమున చిన్న అయస్కాంత సూచిని వ్రేలాడగట్టినచో ఆ సూచి 45° విచలన మొందుటకు అవసరమైన ప్రవాహమే విద్యుత్ ప్రవాహపు యూనిట్‌గా పరిగణించ నగును. 230 వోల్టుల ప్రేషములో వెలుగు 60 వాట్టుల దీపమునకు కావలసిన విద్యుత్ ప్రవాహబలము అంపియర్‌లో నాలుగవవంతు. టెలిఫోను సంగ్రాహకము ఆంపియర్‌లో పదవవంతుకన్న తక్కువలో పనిచేయును. కాని, ట్రామ్‌బండిని లాగుటకు మోటారుకు 40, 50 ఆంపియర్‌ల ప్రవాహము కావాలి.

విద్యుత్ నిరోధము : గొట్టములలోనుండి ప్రవహించు నీటిప్రవాహము గొట్టమందుఘర్షణచే మందగించిన వేగము కలదియగును. పొడవుగాను, సన్నముగాను లోభాగము గరుకుగానుగల గొట్టమందలి నీటి ప్రవాహమునకు ప్రతిరోధము ఎక్కువగా ఉండును. ఆవిధముగానే విద్యుత్‌ధారా ప్రవాహమునకు విద్యుద్వాహకములు మంచివైనను మందములైనను నిరోధము కలిగించును. అట్టి నిరోధమును కొలచుటకు ఉపయోగించు యూనిట్‌ను 'ఓమ్' అందురు. విద్యుత్ ప్రవాహములకు సంబంధించిన నియమములను కనిపెట్టిన విజ్ఞాని 'ఓమ్' జ్ఞాపకార్థము ఆ యూనిట్‌ను 'ఓమ్' అనిరి.

230 వోల్టుల విద్యుత్ ప్రేషములో వెలుగు 60 వాట్టుల విద్యుద్దీపములో ఉన్న ధాతుతంత్రి 900 'ఓమ్'ల నిరోధమును కనబరచును. సామాన్యమైన విద్యుద్ఘంటయొక్క నిరోధము 2,3, ఓమ్‌లు. నెం. 10 S.W.G. రాగితీగయొక్క నిరోధము సుమారు 1 ఓమ్.

వాహకము రెండుకొనలకుమధ్యనున్న శక్మవ్యత్యాసమే వాహకములో విద్యుత్‌ధారను ప్రవహింపజేయును. శక్మవ్యత్యాసము ఎక్కువైనకొలది విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగును. అదిగాక, నిరోధము తగ్గినకొలదికూడా విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువగును. ఈ ప్రత్యక్షదృష్టసత్యములను క్రింది సమీకరణరూపముగా సంగ్రహించినవాడు 'ఓమ్'.

$$\text{ప్రవాహము} = \frac{\text{శక్మవ్యత్యాసము}}{\text{వాహకనిరోధము}}$$

పై సమీకరణమును యూనిట్‌ల నామములో వ్రాసిన

$$\text{ఆంపియర్} = \frac{\text{వోల్టు}}{\text{ఓమ్}}$$ వచ్చును. తె. సూ. మూ.

**ఓస్ట్‌వాల్డ్ నియమము :** చూ. విద్యుద్రాసాయనికశాస్త్రము I.

**ఓస్ట్‌వాల్డ్, విల్హెల్మ్** (1853 - 1932): జర్మను రాసాయనికుడు. లాట్వియాలోని రీగాయందు జన్మించెను. 1887 లో లైప్జిగ్ యూనివర్సిటీ రాసాయనికశాస్త్రాచార్యపీఠమును అధిష్ఠించి 1906లో విడచిపెట్టెను. ఈతడు ఫాన్ట్‌హాఫ్‌తో సహా భౌతికశాస్త్రపు రాసాయనికశాస్త్రపు సరిహద్దులమధ్య నివేశితమగు భౌతికరాసాయనికశాస్త్రమునకు వ్యక్తిత్వమును, స్వతంత్రవిషయమును ఒసంగినవాడు. ఈ శాస్త్రమునకు చెందిన తొలి పత్రిక నీ ఇద్దరు 1886 లో ప్రచురించ ప్రారంభించిరి. తొలిప్రచురణమందు ఫాన్ట్‌హాఫ్ ద్రావణ సిద్ధాంతముపైన ఓస్ట్‌వాల్డ్ ప్రేరక సంఘటనపైన వ్రాసిన ప్రసిద్ధవ్యాసములు కలవు. ఇతను శాస్త్రసమన్వయమందు బద్ధాదరుడు. ఈ సమన్వయోద్యోగమును ముందుంచుకొని, తరువాత చాల ప్రసిద్ధిని గన్న శాస్త్రప్రకరణములు అనేకముల రచించెను. అమోనియానుండి నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు సాంకేతిక విధానమును ఈతడు జయప్రదముగ స్థాపించుటచే ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధమునందు జర్మనీదేశమునకు చిలీనుండి సాల్ట్‌పీటర్ అందకపోయినను ఆదేశపు విదారకద్రవ్యసాధన ప్రణాళిక ఆగిపోలేదు. ఈతనికి 1919 నోబెల్ బహుమానమందినది. మే. వ. స.

**కంచురకములు :** చూ. ధాతుమిశ్రములు.

**కంపనవేగదర్శని :** ఎలక్ట్రిక్ టేబిల్ ఫాన్ పనిచేయుచున్నప్పుడు దాని ఆకులు మనకు కనిపించవు. వాటి భ్రమణవేగమువలన మనకన్ను వాటిని స్థిరముగా నొకస్థానమున గుర్తించలేదు. కాని, మెరుపు కాంతి తళేలని ఆకులపై పడినపుడు ఆకులు మనకు స్థిరముగా కదలకుండా ఉన్నట్లు కనిపించును. దీనికి కారణము: నిమిషమునకు ఆరువందల ఆవృత్తులు ఆ ఆకులు తిరుగుచున్న వనుకొందము. సెకనుకు పది ఆవృత్తులు కలవు. అనగా, ఏదేని ఒక ఆకు 1/10 సెకనుకాలము ఒక స్థిర స్థానమును ఆక్రమించి యుండునని చెప్పవచ్చును. తిరుగుచున్న ఈ ఆకులపై పడిన మెరుపు కాంతి 1/10 సెకనుకాలమే ప్రసరించినచో, ఆకును స్థిరస్థానములో మన కంటికి కనబడునట్లు చేయును.

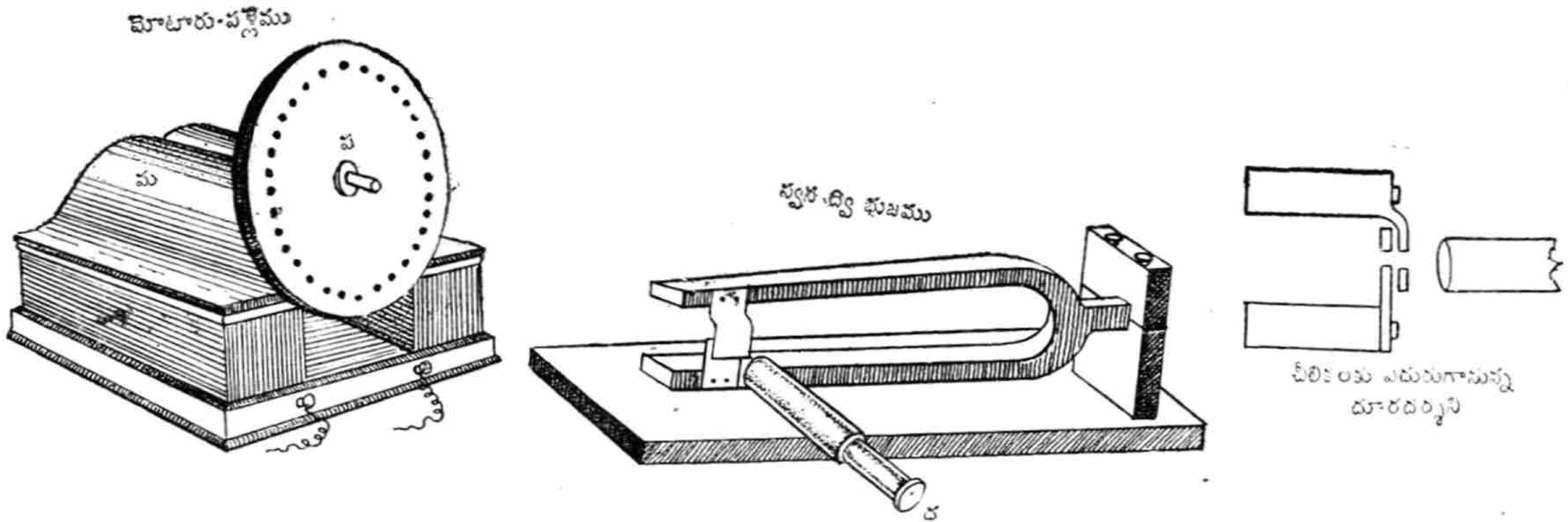
తిరుగుచున్న యంత్రభాగములను మెరుపువలె స్థిరముగానున్నట్లు కనిపింపజేయు చాక్షుషసాధనమునకు 'కంపనవేగదర్శని' (స్ట్రోబోస్కోప్) అనిపేరు.

ఈ సాధనమును సాధించుటకు మనకు వలయునప్పుడెల్ల మెరుపు లభ్యముకాదు. మనకు వలయునంత వేగముతో పదేపదే స్ఫురించు కాంతిని శోధనాగారములో నిర్మించవచ్చును. స్ఫురణకాలమును యంత్రావయవపు ఆవృత్తికాలముతో సరిపడునట్లు చేసిన మనకంటికి యంత్రభాగములు నిశ్చలముగానున్నట్లు కనిపించును. కాంతిస్ఫురణ

వేగము యంత్రభ్రాంతివేగముకన్న మందమైనచో యంత్ర భాగములు మెల్లగా నొకవైపుకు తిరుగుచున్నట్లు కనిపించును. అట్లుగాక కాంతిస్ఫురణవేగము యంత్రభ్రాంతి వేగముకన్న చురుకైనచో, యంత్రము వెనుకవైపుకు తిరుగుచున్నట్లు కనుపించును.

భ్రమణవేగప్రదర్శనితత్త్వమును ఆధారము చేసికొని ట్యూనింగుఫోర్కు (స్వనద్ద్విభుజము) యొక్క కంపనవేగమును నిశ్చయించవచ్చును.

దిగువ చిత్రములో 'మ' అను మోటారుచే త్రిప్పుటకు వీలైన 'ప' అను పళ్ళెము 'ద' అను దూరదర్శనితో చూచుటకు వీలగునట్లు అమర్చబడియున్నది. పళ్లెము అంచుకు కొంచెముదిగువున సమానాంతరముగా చుక్కలు గుర్తించియున్నవి. పళ్లెమునకు, దూరదర్శనికి మధ్య కంపన వేగములను నిశ్చయించుటకై గ్రహించబడిన ట్యూనింగు ఫోర్కు ఉంచబడినది. రెండుభుజములకు తగిలించి చిన్న




తెరలవలె ఆచరించెడు రెండు రేకులు కలవు. ప్రతి రేకుకును చిన్న చీలిక ఉన్నది. ద్విభుజము నిశ్చలముగా ఉన్నప్పుడు, దానిభుజములకు అంటించిన రేకులలోని చీలికలు, పళ్లెము మీద చుక్కలు, దూరదర్శని, ఈ మూడును ఒకే ఋజు రేఖలో ఉండునట్లు అమర్చబడి ఉన్నవి.

ఇప్పుడు ద్విభుజమును ఏ ఉపాయముచేతనైన ధ్వనించునట్లు చేసిన, దీని రెండు భుజములును కంపించుటకు ప్రారంభించును. ఈ కంపించు భుజములలో ఆ రెండు చీలికలు విరుద్ధదిశలలో క్రిందికి, మీదికి ఊగును. ద్విభుజము పూర్ణముగా ఒకమారు కంపించుకాలములో చీలికలగుండ రెండుసార్లు పళ్లెముమీద చుక్కలను దూరదర్శని ద్వారా చూడవచ్చును. అనగా, రెండుసార్లు ఆ రెండు చీలికలును, దూరదర్శనియు, ఈ మూడును ఒకఋజు రేఖపైనుండును. పళ్లెముమీద చుక్కలను ప్రతిసారి దూరదర్శని ద్వారా చూచినప్పుడు అవి మునుపు చూచిన స్థానముననే మరల,

మరల కనబడునట్లు, మోటారు వేగమును మార్చవచ్చును' ప్రతిచుక్కయు దానికి ముందున్నచుక్క స్వీకరించిన స్థానమును స్వీకరించునట్లు కనిపించునపుడు, పళ్లెము తిరుగుచున్నను చుక్కలు నిశ్చలముగా నున్నట్లు కనిపించును. ఇట్టి పరిస్థితులలో పళ్లెముయొక్క సంపూర్ణ భ్రమణకాలము ద్విభుజముయొక్క సంపూర్ణ స్పందనకాలమునకు సరిపోవును. మోటారు భ్రమణవేగము తెలిసినచో, దాని సంపూర్ణ భ్రమణకాలమును నిశ్చయించవచ్చును. ఇదియే ద్విభుజముయొక్క సంపూర్ణ స్పందనకాలము కాబట్టి దాని స్పందన వేగమును లెక్కకట్టవచ్చును. మే. వ. న.

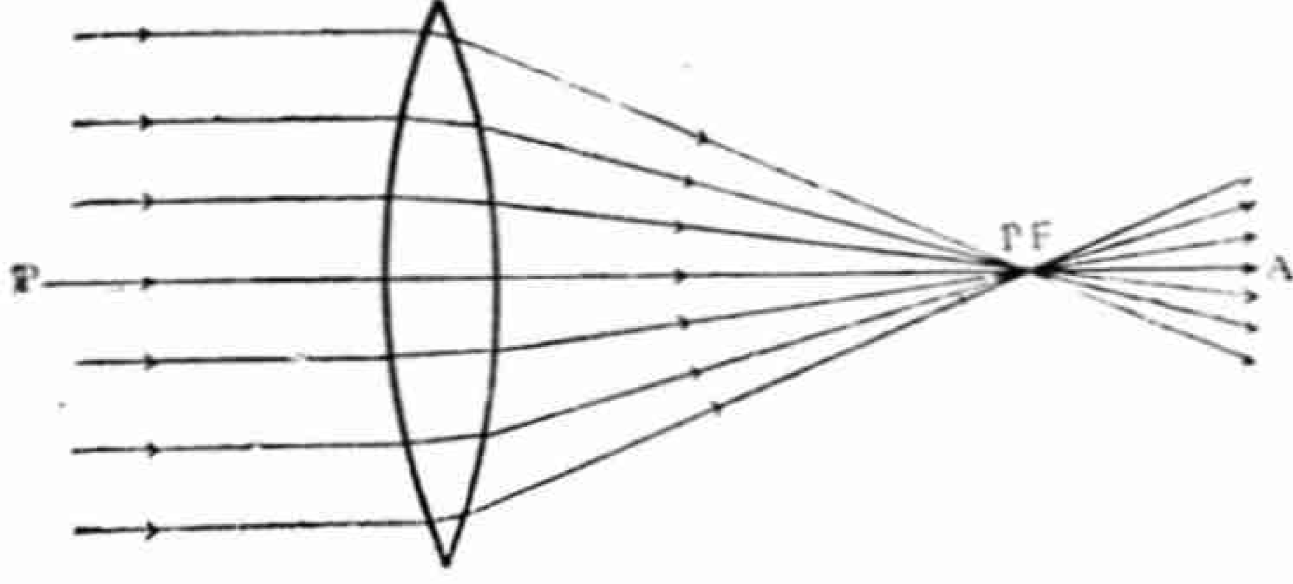
**కటకములు :** కటకములు గాజువంటి పారదర్శక ద్రవ్యముతో చేసిన వస్తువులు. వాటి ప్రధాన ముఖములలో నొకటియైనను వర్తులతలముగా నుండును. చాల కటకములకు రెండు వర్తుల తలము లుండును.

కటకములలో అనేకవిధములున్నను వాటిని సామాన్యముగా రెండుతరగతులుగా విభజించవచ్చును. ఈ విభజనకు ఆధారము ఆ కటకముగుండ పోవు సమానాంతర కాంతి కిరణ శలాకయందు కలుగుమార్పు.

1 వ చిత్రములో అట్టి సమానాంతరకాంతికిరణపుంజము ఏ విధముగా మార్పును చెందినదో చూడనగును.

కిరణపుంజమందు ప్రతికిరణపు మార్గమును వక్రీభవన నియమమునుండి నిర్ధారణ చేయవచ్చును (చూ. వక్రీభవనము). ప్రతికిరణమును కటకమును ప్రవేశించగనే అభిలంబము 'నార్మల్' వైపునను, వదలినప్పుడు అభిలంబమునకు ఎదిరివైపునను వంగును. ఏ బిందువు వద్దనైనను అభిలంబ మనగా ఆ బిందువువద్ద కన్పట్టు వర్తులతలపు అర్ధవ్యాసము. పై కటకపు రెండు వర్తుల తలముల కేంద్రములను కలుపు ఋజురేఖకు కటకప్రధానాక్షము (ప్రిన్సిపల్ ఏక్సిస్) అని పేరు. పతనకిరణపుంజము ప్రధానాక్షమునకు సమానాంతరముగా ఉన్నచో, ఆ పుంజమందు

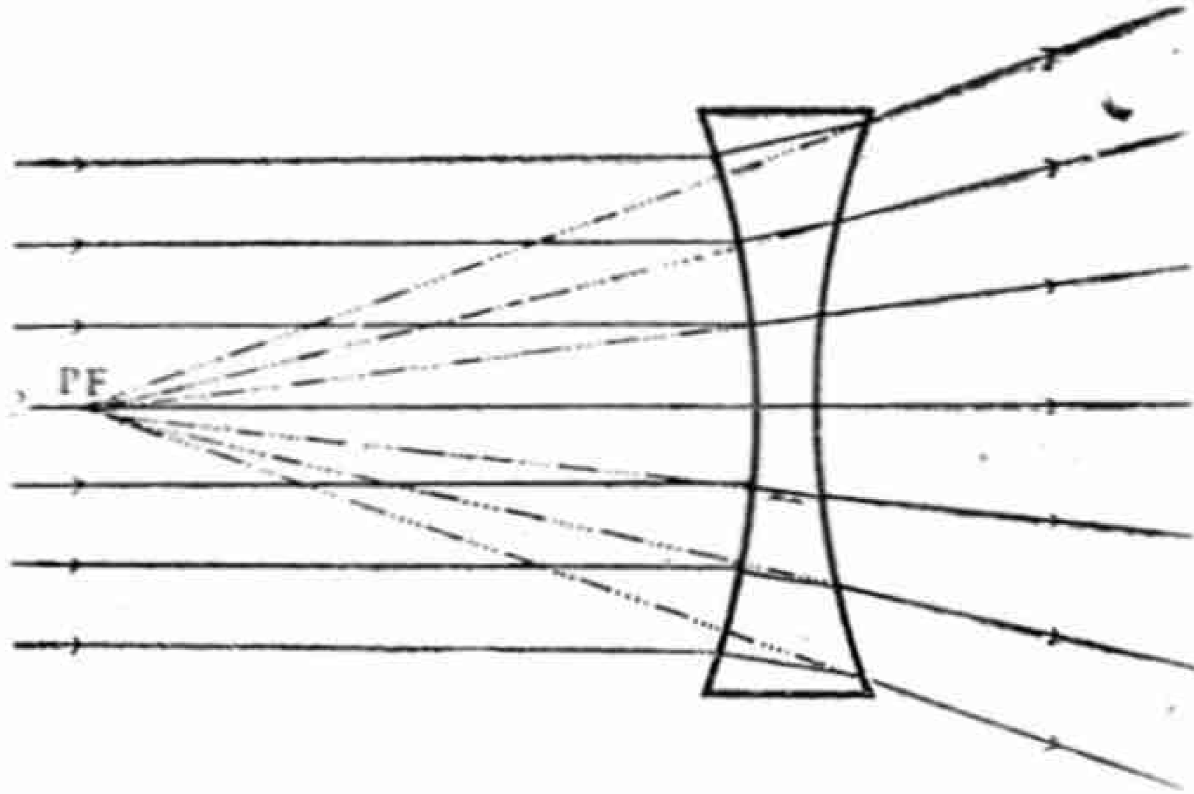
ప్రతికిరణమును, కటకమునుండి బయటికివచ్చిన తరువాత ఒక నియత సంగమ బిందువు (ఫోకస్) వద్ద చేరును.




చిత్రము 1.
అభిసారి కటకముగుండా జరుగు కాంతివక్రీభవనము.

సమానాంతర కిరణములు కటకమును ప్రవేశించి బయటకు వచ్చినతరువాత ఒక ప్రధానసంగమ బిందువు (ప్రిన్సిపల్ ఫోకస్) వద్ద కేంద్రీకరించబడుటచే, ఈ కటకమునకు అభిసారి (కన్వర్జెంట్) కటకమని పేరు. ఈ ప్రధాన సంగమ బిందువు తెరపై నొక వాస్తవిక బింబమును ఈయగలదు. అందువలన అభిసారి కటకము తెరపై వస్తువుయొక్క వాస్తవిక బింబము పడునట్లు చేయగలదు.

కటకపు వక్రతలములు 2 వ చిత్రములో చూపినట్లున్నచో కటకమునుండి పైకివచ్చిన కాంతిశలాకయందు కిరణములు పరస్పరము అపసరించును. ఇందు ప్రతి కిరణ




చిత్రము 2.
అపసారికటకముగుండా జరుగు కాంతివక్రీభవనము.

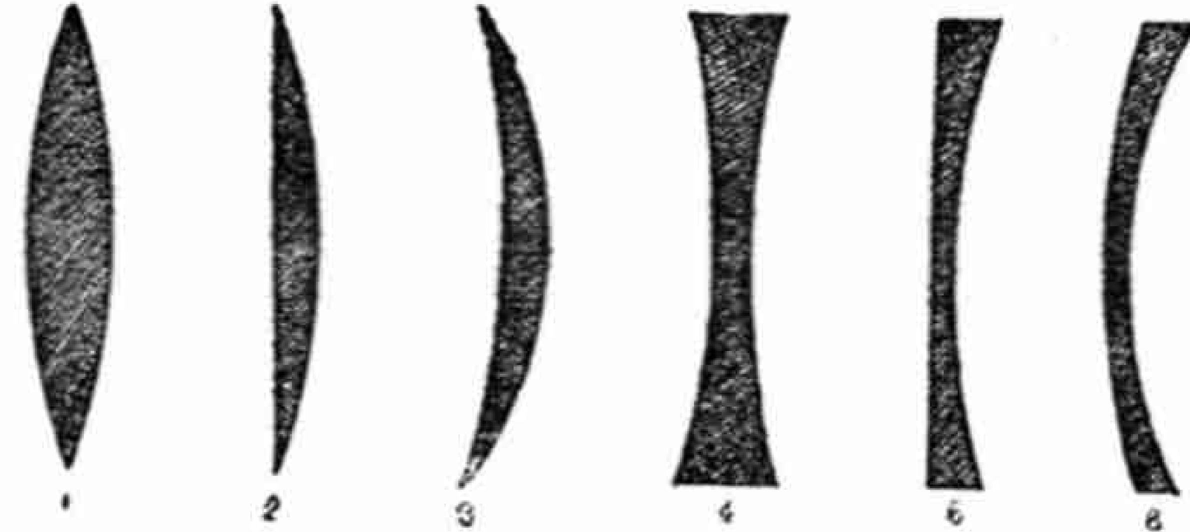
మును ప్రధాన సంగమ బిందువువద్దనుండి బయలుదేరి వచ్చినట్లు అగపడును. అందుచేతనే ఈ కటకమునకు అపసారి (డైవర్జెంట్) కటక మని పేరు.

కటకపు ప్రధాన సంగమ బిందువు ప్రతీయమానమైనదియే కాని వాస్తవికము కాదు. ఈ బింబమును తెరపై గ్రహించుటకు వీలులేదు. కటకముగుండ చూచినపుడే ఇది అద్దములో ప్రతిబింబమట్లు కనపడును.

ఏ కటకము విషయమైనను, దాని శరీరమధ్య బిందువు వద్దనుండి ప్రధానసంగమ బిందువువరకు నుండు దూరమునకు నాభ్యంతరము (ఫోకల్ లెంగ్త్) అనిపేరు. భౌతిక శాస్త్ర సంప్రదాయము ననుసరించి, అభిసారి కటకపు నాభ్యంతరము ఋణచిహ్నితము; అపసారికటకపు నాభ్యంతరము ధనచిహ్నితము.

ఈ అభిసారి, అపసారి కటకములయందు వాటి విశిష్టాకారమునుపట్టి మరల కటకములను ఆరు తెగలుగా విభజించవచ్చును.

1. ద్వికుంభీయ (డబుల్ కాన్వెక్స్), 2. తలకుంభీయ (ప్లేనో-కాన్వెక్స్), 3. పుటకుంభీయ(కాంకేవో-కాన్వెక్స్),




చిత్రము 3.
కటకముల రకములు : ఇందు మొదటిమూడును అభిసారి కటకములు: రెండవమూడును అపసారికటకములు.

4. ద్విపుటీయ (డబుల్-కాంకేవ్), 5. తలపుటీయ (ప్లేనో-కాంకేవ్), 6. కుంభపుటీయ (కాన్వెక్సో కాంకేవ్).

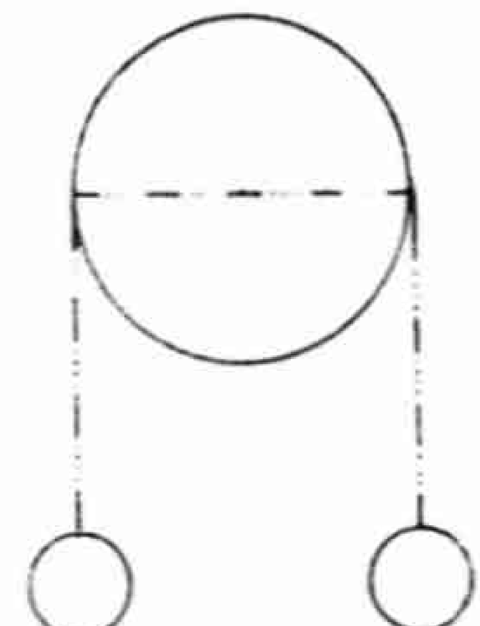
పై చిత్రములోని మొదటిమూడును అభిసారి కటకములు. ఈ మూడిటికిని నాభ్యంతరము సమానమే, రెండవ మూడును అపసారి కటకములు. వీటి నాభ్యంతరములు కూడ పరస్పరము సమానములే.

దూరదర్శని, సూక్ష్మదర్శని, కెమేరా మొదలగు చాక్షుష పరికరములందు ఈ కటకములు వాడుకలో నున్నవి.

మే. వ. న.

**కప్పీలు :** సన్ననిస్థిరాక్షముపై తిరుగు గాడిగలచక్రమునకు 'కప్పి' అనిపేరు. సాధారణముగ కప్పిని చట్రములో అమర్తురు. చక్రముయొక్కగాడిలో త్రాడు వేయుదురు.

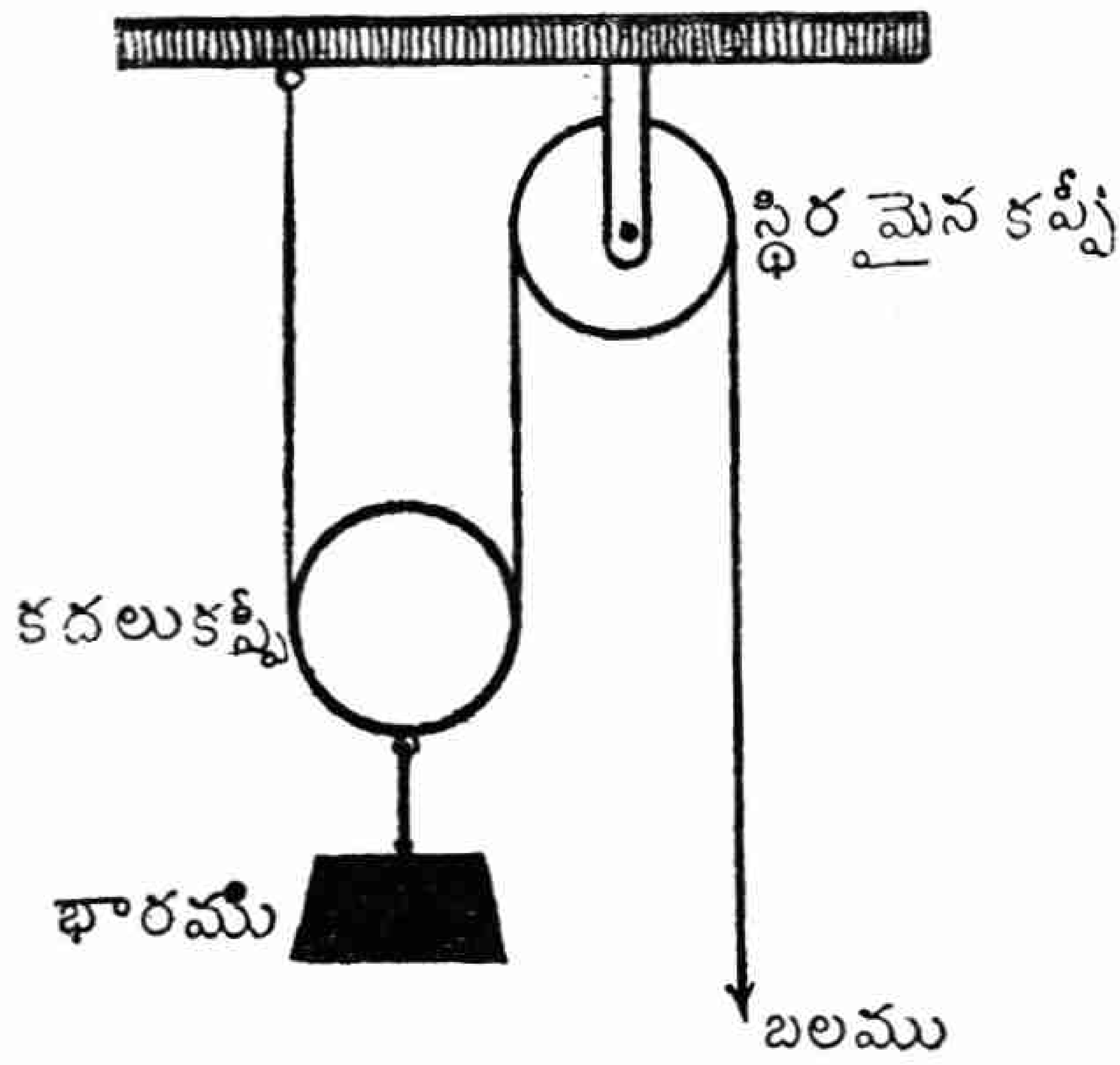
స్థిరమగు కప్పి : ఒకస్థలముననే స్థిరముగనుండి పనిచేయు కప్పిని స్థిరమగు కప్పి అందురు. జెండాకొయ్య చివరి భాగమునకు జండాను ఎత్తుటకు, నూతినుండి నీరుతోడుటకు, పంకాలు లాగుటకు సాధారణముగా స్థిరమగు కప్పీలను ఉపయోగింతురు. ఈ సందర్భములలో భార బలములు సమానముగా ఉండును గనుక, యాంత్రికలాభము (మెకానికల్ అడ్వాంటేజి)ఒకటి. అయినను స్థిరమగుకప్పిని ఉపయోగించుట వలన ఈ పనులు సులువుగా కనపడును. ఏలన, ఈ పనులలో బలమును క్రిందనుండి పైకి ప్రయోగించుటకు బదులు స్థిరమగుకప్పిని ఉపయో



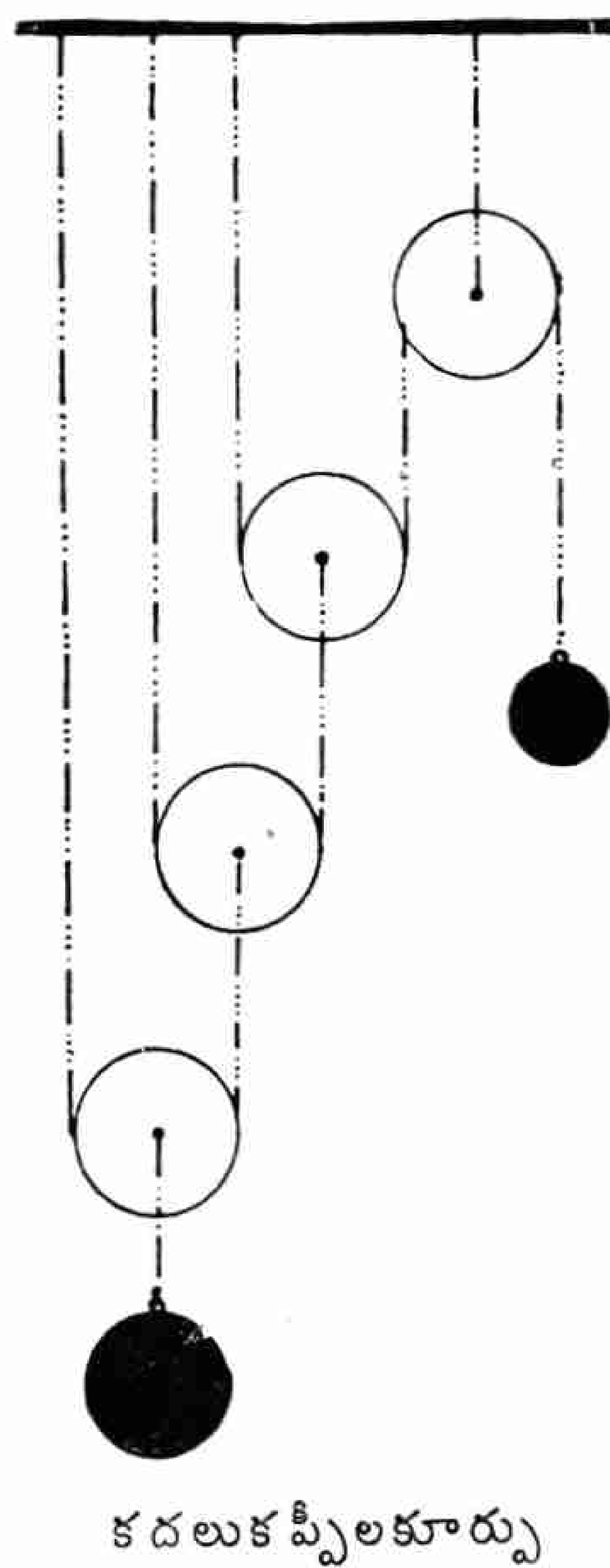
స్థిరమగు కప్పి

గించి పై నుండి క్రిందికి అనగా. భూమ్యాకర్షణ శక్తి పనిచేయుదిశలో ఉపయోగింతుము.

కదలు కప్పీ : త్రాటిమీద నిలచియుండి త్రాడు క్రిందికి జారినపుడు క్రిందికిని, పైకి పోవునపుడు పైకిని కదలునట్టి




కప్పీని 'కదలుకప్పీ' అందురు. ఒక పెద్ద భారమును ఎత్తుటకు ఒక స్థిరమగు కప్పీని, ఒక కదలు కప్పీని ఎట్లు ఉపయోగించవచ్చునో పై పటములో చూపబడినది. ఈ ఏర్పాటులో కదలుకప్పీకి కట్టినభారమును త్రాడు రెండువైపుల సమానముగ మోయును. ఒక వైపు సగము భారమును దూలము మోయును. రెండవ వైపు సగము భారమునకు మాత్రము సమానమగు బలమును ఉపయోగించి దానిని ఎత్తవచ్చును. కనుక ఈ ఏర్పాటులో కప్పీయొక్క భారమును సరకుగొనినచో యాంత్రికలాభము '2' ఉండును.



కదలుకప్పీలకూర్పు
మొదటిపద్ధతి

మిక్కిలి తక్కువబలమును ఉపయోగించి పెద్దపెద్ద భారముల నెత్తుటకు ఈ కదలు కప్పీలనే పెక్కింటిని చేర్చి ఉపయోగింతురు. అందు 3 పద్ధతులు కలవు.

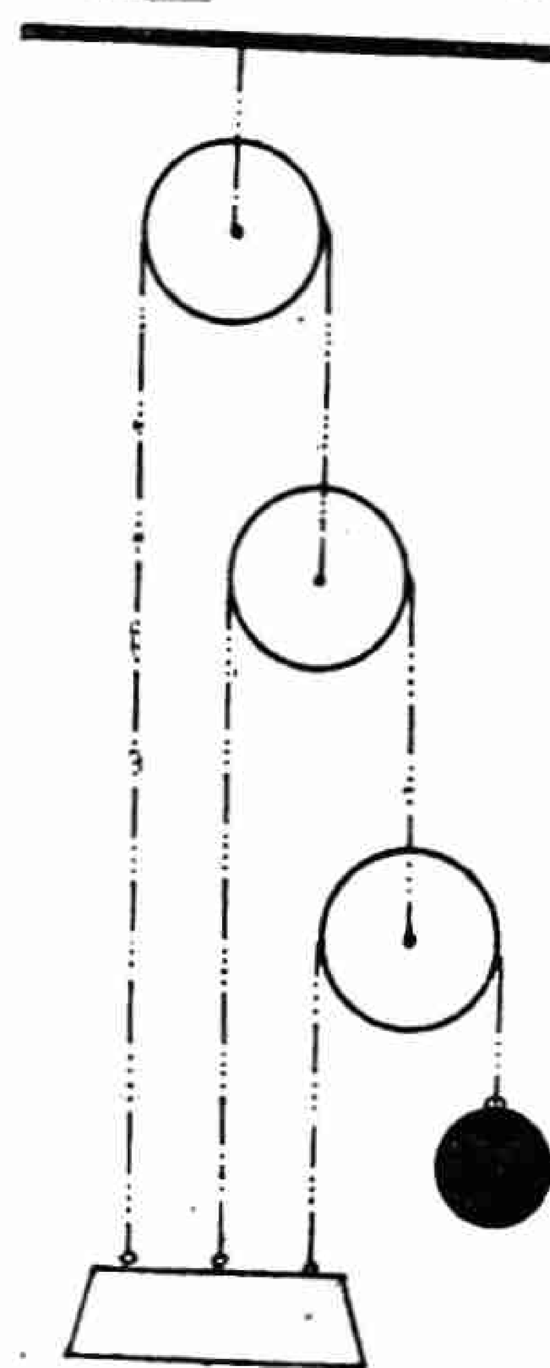
మొదటిపద్ధతి : ఇందు దూలమునకు త్రాళ్ళు కట్టుదురు. అందొక్కొక్క త్రాటిని ఒక్కొక్కకదలు కప్పీక్రిందనుండి తెచ్చి దాని పై కప్పీక్రిందనున్న కొక్కెమునకు కట్టుదురు. మొదటి కప్పీ అడుగున భారమును, చివర త్రాటియొక్క రెండవకొనను బలమును కట్టుదురు. ఈ పద్ధతిని 'n' కదలు కప్పీలను ఉపయోగించిన యాంత్రికలాభము '2n' వచ్చును.

రెండవపద్ధతి : ఇందు కప్పీలుగల చట్రములు రెండు ఉండును. ఈ చట్రములకు కొక్కెములు ఉండును. ఈ కప్పీల చట్రములను రెండింటిని ఒకటే త్రాటితో కలుపుదురు. అందొక చట్రమును ఒక దూలమునకు దానిస్థానము నుండి కదల కుండ వ్రేలగట్టుదురు. ఈ చట్రముయొక్క అడుగుకొక్కెమునకు త్రాటియొక్క ఒక కొనను కట్టుదురు. దాని రెండవకొనను రెండవచట్రములోని మొదటి చిన్నకప్పీ యొక్క గాడిలోనుండి దూర్చి తరువాత తిరిగి దానిని పై చట్రములోని అడుగు చిన్న కప్పీయొక్క గాడిలోనుండి దూర్చుచు ఇట్లు వరుసగ రెండు చట్రములలోని కప్పీలచుట్టును త్రాటిని పోనిచ్చి దానిచివర బలమును ఉంచుదురు. అడుగు చట్రముయొక్క కొక్కెమునకు భారమును కట్టుదురు. ఈ పద్ధతిలో చట్రము 1కి 'n' కప్పీలను ఉపయోగించిన యాంత్రికలాభము '2n' వచ్చును.



కదలుకప్పీల కూర్పు
రెండవపద్ధతి

మూడవపద్ధతి : ఇందు మొదటికప్పీ కదలదు. అన్ని త్రాళ్ళకొనలను భారమునకు కట్టుదురు. భారమునుండి ఒక్కొక్క త్రాటిని ఒక్కొక్క కప్పీపై నుండి తెచ్చి రెండవ కప్పీయొక్క పై కొక్కెమునకు కట్టుదురు. చివరత్రాటియొక్క రెండవకొనను బలమును కట్టుదురు. ఈ పద్ధతిలో 'n' కప్పీలను ఉపయోగించిన యాంత్రిక లాభము '(2n-1)' వచ్చును.



కదలుకప్పీల కూర్పు
మూడవపద్ధతి

పి. వి. సూ.

**కాంతి :** మనము కాంతి అని వ్యవహరించునది ఒక విధమైన విద్యుదయస్కాంత శక్తి, అది కన్నులను తాకినప్పుడు దృక్ సంవేదనము కలుగును. వాస్తవమునకు దృగ్గోచర విద్యుదయస్కాంత తరంగముల తరంగ దైర్ఘ్యము 3800 Å -7600Å మధ్య ఉండును. కాంతి కణస్వభావము కలదని 17వ శతాబ్దాదిని న్యూటన్ ప్రతిపాదించెను. కాని వివర్తనము, మిథోఘట్టనము, ధ్రువీకరణమువంటి కాంతిభావములను కణవాదము

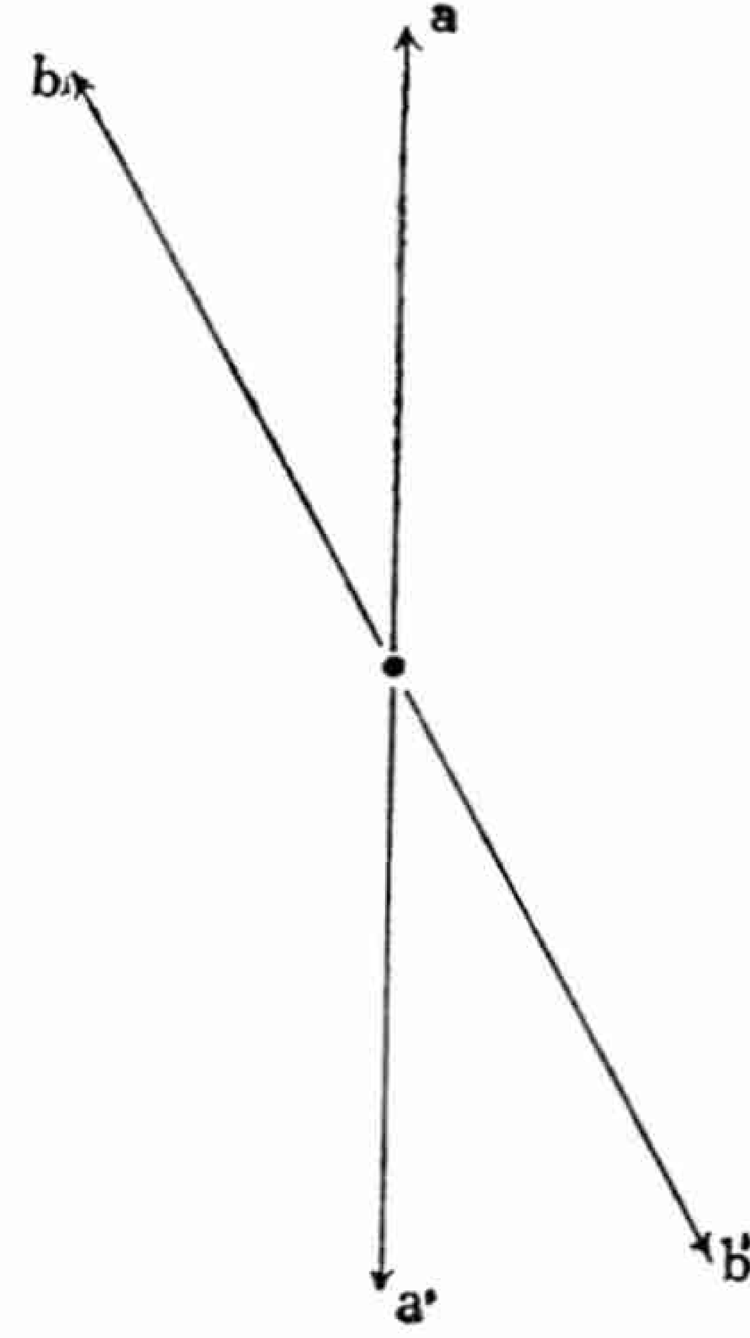
పరిష్కరింప లేకపోవుటచే యంగ్ విజ్ఞాని (1849 - 50) కాంతి తరంగ వాదమును ప్రతిపాదించి న్యూటన్ కణవాదమునకు స్వస్తి చెప్పెను. తరువాత మాక్స్‌వెల్ గణితశాస్త్రరీత్యా కాంతి తరంగ స్వభావమును సాధించెను. నవీన సిద్ధాంతరీత్యా కాంతి కణ - తరంగయుతమైన ద్వంద్వ స్వభావము కలది. వివరములకు దిగువ వివరించిన శీర్షికలు చూడనగును.

భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష పుటలు : 25, 27, 29, 36-42, 48, 51-53; మిథోఘట్టనము (ఇంటర్ ఫియరెన్స్); వివర్తనము (డిఫ్రేక్షన్); విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము, తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతము, సాపేక్షతావాదము, పరావర్తనము, వక్రీభవనము, ధ్రువీకరణము, వర్ణమాల, కాంప్టన్ ఫలితము, క్వాంటం సిద్ధాంతము; దీప్తిమాపనము, కాంతిచైతన్యము, ఫోటాన్, కాంతి విద్యుత్తు; ఇవిగాక కాంతిస్వభావమును గూర్చి అనేక విషయములను బయటపెట్టిన విజ్ఞానులైన న్యూటన్, హైగెన్జ్, మాక్స్‌వెల్, హెర్ట్జ్, ప్లాంక్, ఐన్‌స్టయిన్, డిబ్రాయ్, హైజన్‌బర్గ్, ష్రడింగర్, డిరాక్ ప్రభృతుల జీవితాంశ శీర్షికలు కూడ చూడనగును.

* * *

**కాంతికణము :** చూ. ఫోటాన్.

**కాంతి చైతన్యము:** సామాన్యముగా వెలుతురు వివిధ తలములలో స్పందించుచున్న భిన్నతరంగదైర్ఘ్యములుగల కిరణముల సమూహము. తగినపరికరములచే ఈ సమూహమునుండి ఒకే తరంగదైర్ఘ్యముగల కాంతికిరణములను వేరుచేయవచ్చును. సోడియమ్ దీపపుకాంతి అట్టి సమానమైన అలపొడవుగల కిరణముల సమూహము. వెలుతురు యొక్క రంగు, దానితరంగదైర్ఘ్యమునుబట్టి ఉండును. కనుక సమానమైన అలపొడవుగల తరంగములనుండి జనించిన కాంతికి ఏకవర్ణ కాంతి అని పేరు. ఏకవర్ణ కాంతియందైనను వివిధ తలములలో స్పందించు తరంగములుండును. కాంతి ప్రసరణమార్గమునకు లంబముగా ఈ తరంగముల స్పందనము జరుగుచుండును. ఐస్లాండ్‌స్పార్ (కాల్సైట్) స్ఫటికముగుండా బయటకువచ్చిన ఏకవర్ణ కాంతి తరంగములు అందు ప్రవేశించినవాటికన్న విలక్షణముగా ఉండును. ఏలన అట్టి కాంతియందు ఒకే తలమందు కంపించుచున్న తరంగములు ఉండును. ఈ తలము యొక్క అంతరాళసన్నివేశము కాల్సైట్ స్ఫటికము యొక్క దిక్సన్నివేశమును పట్టి అమరి ఉండును. ఇట్లు కాల్సైట్ స్ఫటికముగుండా నిర్గతమై ఏకతలమందు స్పందించుచున్న తరంగములకాంతికి ధ్రువిత కాంతియని పేరు (చూ. ధ్రువీకరణము). కొన్ని కార్బన్ యౌగికములకు ధ్రువిత కాంతియొక్క తలమును త్రిప్పగలశక్తి కలదు. ఈ శక్తికి కాంతిచైతన్యము అని పేరు. ఉదాహరణమునకు ధ్రువిత తరంగములు కాంతి చైతన్యయుతమగు వస్తువును ప్రవేశించక ముందు aa′ అను తలములో స్పందించును.




పైకి వచ్చు కాంతియొక్క తరంగములు bb′ అను తలములో స్పందించునట్లుగపడినచో ఆ కాంతి తరంగ తలము a, a′ దిశ నుండి b,b′ దిశకు $\alpha$ అను కోణముగుండా త్రిప్పబడినదని అందుము. $\alpha$ డిగ్రీల విలువగల ఈ కోణమునకు ధ్రువన కోణము అందురు. ఈ కోణమును పోలారిమీటరు అను పరికరముచే నిర్ణయించవచ్చును (చూ. పోలారిమీటరు).

ఒక వస్తువుయొక్క ధ్రువనకోణవిస్తారము వస్తువుస్వభావమునుపట్టియు, వస్తువు ద్రావణస్థితిలో ఉన్నప్పుడు ద్రావస్వభావమునుపట్టియు, అందు ప్రవేశించిన కాంతియొక్క తరంగదైర్ఘ్యమునుపట్టియు ఉండును. ధ్రువిత కాంతి చొచ్చుకొనిపోవు పొరయొక్క దళసరి ఎక్కువగుకొలది కోణము విస్తరించుచుండును. అట్లే వస్తువు ద్రావణస్థితిలోనున్నపుడు ద్రావణ సాంద్రతతోకూడ కోణము పెరుగుచుండును. తాపక్రమమునుబట్టికూడ దాని విస్తరణ కొంత మారవచ్చును.

$\alpha$ = కోణవిస్తారము ; $p$ = నూరు గ్రాముల ద్రావణములో కరగియున్న కాంతిచైతన్యవస్తువుయొక్కభారము (గ్రాములలో); $d$ = ద్రావణముయొక్క విశిష్టగురుత్వము, $l$ = కాంతి చొచ్చుకొనిపోవలసిన పొరయొక్క పొడవు (ఈ పొడవు డెసిమీటరులలో కొలచుట రివాజు) అప్పుడు ఆ వస్తువుయొక్క విశిష్టభ్రమణము ($\alpha$) ను అనగా ఒక డెసిమీటరు పొడవుగల గొట్టమును పై విశిష్టగురుత్వముగల ద్రావణముతో నింపి దానిగుండా ధ్రువితకాంతిని పరీక్షించినపుడు అగపడు కాంతితలభ్రమణమును క్రింది సమీకరణముచే నిర్వచించవచ్చును :

$$[\alpha] = \frac{\text{ఆవేక్షితకోణవిస్తారము}}{\text{పొరపొడవు} \times \text{సాంద్రత (ఒకఘ.సెం.మీలోనున్నగ్రాములు)}}$$

ఈ భ్రమణము కుడివైపున సంభవించినపుడు ధన చిహ్నముచేతను, ఎడమవైపున సంభవించినపుడు ఋణ చిహ్నముచేతను సంకేతించబడును. అదిగాక పరిసరముల తాపక్రమములో ప్రయోగము జరిపినప్పుడు కాంతి స్వభా

వమును గూడ తెలియచేయవలెను. సోడియమ్‌కాంతి ప్రదర్శించు 'D' రేఖకాంతిని వాడుకచేసినప్పుడు ($\alpha$) ను తాపక్రమసహితముగ $[\alpha]_D^{25^0}$ అని వ్రాయుదురు.

విశిష్టభ్రమణము ($\alpha$) ను అణుభారముచే గుణించి నపుడు లభించు రాశికి M ($\alpha$) అణుభ్రమణము అని పేరు. కాని ఈ గుణనఫలము సాధారణముగా పెద్దఅంకె అగుటచే దీనిలో నూరవభాగమును గ్రహించుట సంప్రదాయము:

$$[M] = \frac{M[\alpha]}{100}$$

కాంతిచైతన్యముగల యౌగికములను రెండువర్గములుగా విభజించవచ్చును. మొదటివర్గములో క్వార్ట్జ్, పొటాసియమ్ క్లోరేట్ మొదలగు అకర్బనయౌగికములు ఉన్నవి. వీటి యన్నిటియందును కాంతి చైతన్యగుణము వాటి స్ఫటిక స్థితిని ఆశ్రయించి ఉండును. ఆ ద్రవ్యములను వేడిచేసి ద్రవీభవించినపుడుగాని ద్రావణముగా చేసినపుడుగాని వాటి కాంతిచైతన్యము అంతరించును. ఈ ద్రవ్యముల విషయములో కాంతిచైతన్యము ద్రవ్యాణువుల ఆంతరరచన, అనగా అందలి పరమాణు సంవిధానము వలన కలిగినది కాదు. స్ఫటిక రచనలో అణువుల పరస్పర విశిష్ట విన్యాసమువలన కలిగినది. ఈ విషయము యొక్క పరీక్ష స్ఫటిక శాస్త్రమునకు చెందినది. కార్బన్ యౌగికములలో కూడ బెన్జిల్ ($C_6H_5.CO.CO.C_6H_5$) వంటి యౌగికములు స్ఫటికావస్థయందు మాత్రము కాంతి చైతన్యమును చూపునవి కలవు.

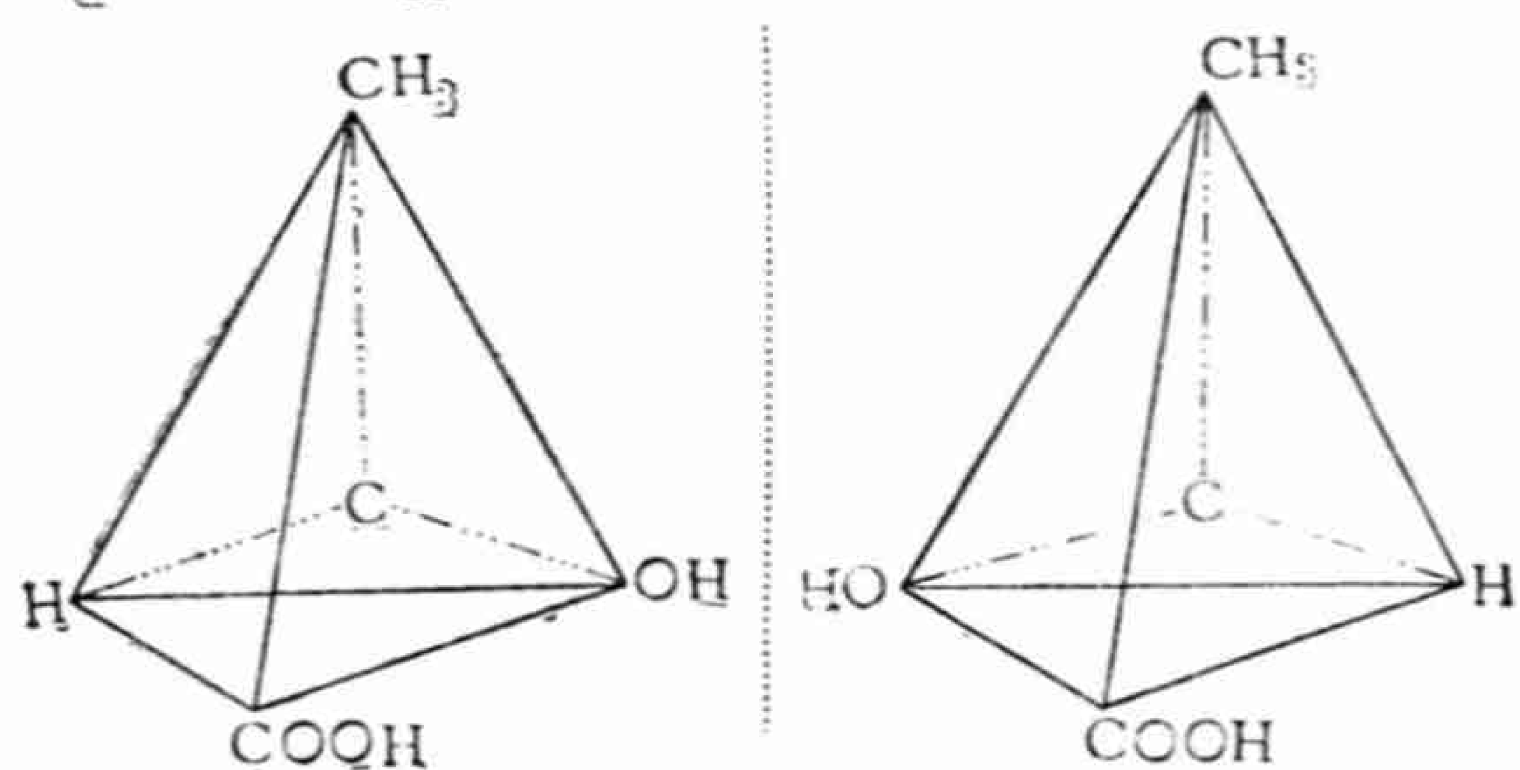
రెండవవర్గమునకు చెందినవి ముఖ్యముగా కార్బన్ యౌగికములు; కొన్ని అకర్బనయౌగికములు (వెర్నర్ యౌగికములు) కూడ కలవు. ద్రావణావస్థలోకూడ వీటి కాంతిచైతన్యము పోదు. ద్రావణావస్థలో ద్రావ్యము అణువిభక్తస్థితిలో ఉండునని జ్ఞాపకముంచుకొనినచో కాంతి చైతన్యము కేవల అణువులగుణమే అని విశదమగును వాయుస్థితి కూడ సాధారణముగా అణువిభక్త స్థితియే అగుటచేత బాష్పస్థితిలోకూడ ఈ ద్రవ్యములు వాటి కాంతి చైతన్యమును పోగొట్టుకొనవు. ఈ యౌగికముల అణువులలోనున్న విశిష్టరచన, వాటి కాంతచైతన్యమునకు కారణము అగుచున్నది. అణురచన ముఖ్యముగా రాసాయనిక శాస్త్రవిషయము కాబట్టి ఇట్టిద్రవ్యముల కాంతిచైతన్య గుణవివరణ రాసాయనికశాస్త్రాంశ మగును.

కాంతిచైతన్యముగల ప్రతి యౌగికమును రెండు రకములుగా ఉండును. అందొకటి ధ్రువితకాంతితలమును కొంతకోణముగుండ ఒక దిశలో త్రిప్పిన, రెండవది అంతే కోణముగుండ విరుద్ధదిశలో త్రిప్పును. ఈ రెండు సమాంగరూపములకు చాక్షుషసమాంగరూపములని పేరు. వీటిని ప్రతి ధ్రువములు (ఆంటీపోడీజ్) లేదా ప్రతి రూపములు (ఎనాంటియోమార్ఫ్స్) అనికూడ అందురు. ఎడమవైపు కాంతితలభ్రమణమును కలుగజేయు యౌగికప్రకారమునకు సవ్య* (l-) రూపమనియు, విరుద్ధగుణముగలదానికి అపసవ్య (d-) రూపమనియు వ్యవహారము.

లాక్టిక్ ఆసిడ్‌ను ఉదాహరణముగా తీసికొని ఈ పై పరిభాషను ఎట్లు ఉపయోగింతురో తెలిసికొందము. లాక్టిక్ ఆసిడ్ ($CH_3CHOHCOOH$) నందు ఒక అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు ఉన్నది.

```
     CH3
     |
H—C—OH
     |
    COOH
```

దీని సవ్యాపసవ్యరూపములు క్రింది దైశిక సాంకేతికములచే తెలియపరచవచ్చును. మధ్యనున్న ఛిద్రరేఖను దర్పణతల మనుకొనినచో, ఈ రెండు రూపముల బింబ ప్రతిబింబ సన్నివేశము విశదమగును. ఈ రెండు రూపములలో ఒకదానిని సవ్యమనినచో సంకేతించిన రెండవ దానిని అపసవ్యమని గుర్తించవచ్చును. అంతేకాని ఏ రూపము అంగముల సవ్యవిన్యాసముకలదియో, ఏది విరుద్ధ విన్యాసముకలదియో నేటికిని ప్రయోగమువలన నిశ్చితము కాలేదు.




యౌగిక అణురచనయందు ఒకే అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువున్నపుడు సవ్యాపసవ్య రూపములు రెండుండునని మనకు తెలిసినది. ఒకటికన్న ఎక్కువ అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువులు ఉన్న యౌగికములు సైతము కలవు. టార్టారిక్ ఆసిడ్ రెండున్నదానికి దృష్టాంతము.

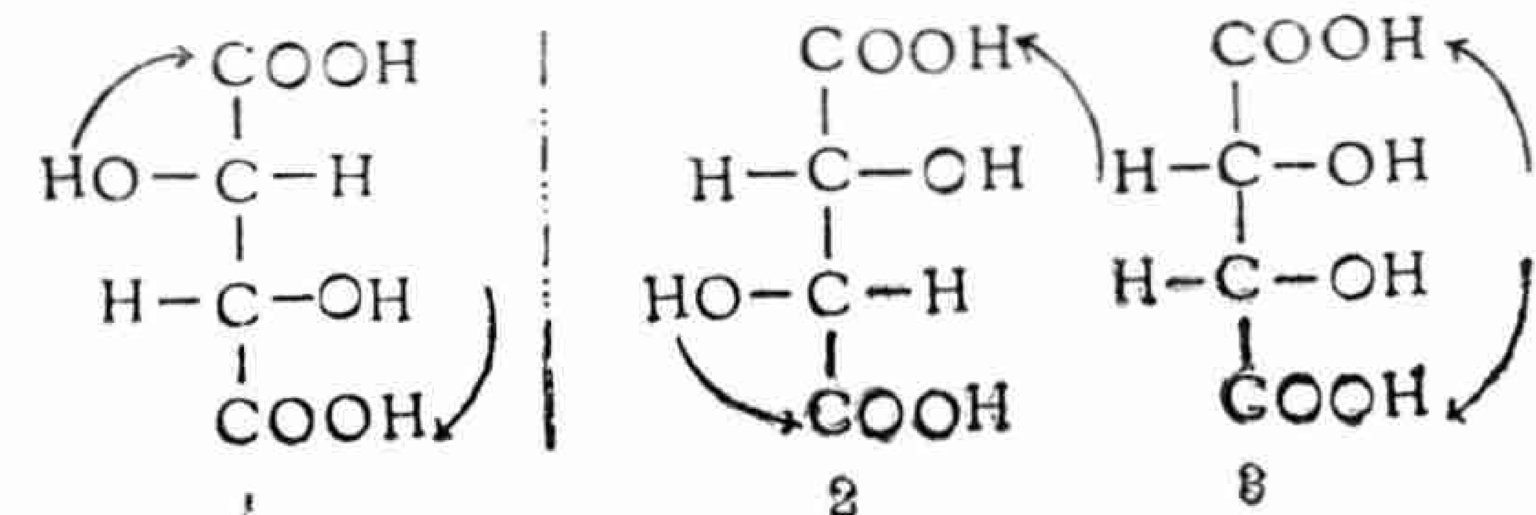
గ్లూకోస్ రచనలో నాలుగు అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు లున్నవి. ఫాన్ట్‌హాఫ్ సిద్ధాంతప్రకారము అట్టి యౌగికములకు $2^n$ భిన్నచాక్షుష సమాంగరూపములుండును. ఇచ్చట n అనునది అణురచనయందున్న అసౌష్ఠవ కార్బన్‌పరమాణుసంఖ్యను తెలియజేయును. ఈ నియమప్రకారము టార్టారిక్ ఆసిడ్‌నకు $2^2 = 4$, గ్లూకోస్

* సవ్య (సంస్కృతము) = levo (లాటిన్) = Left (ఇంగ్లీషు) = ఎడమ.

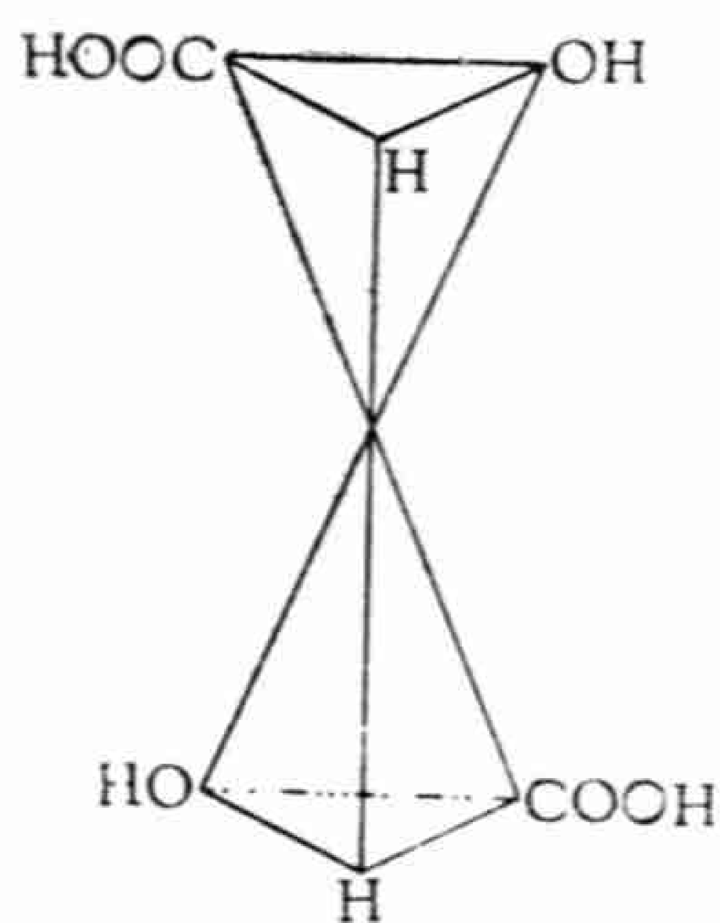
$2^4 = 16$ రూపము లుండవలెను. టార్టారిక్ ఆసిడ్ యొక్క రేఖాసాంకేతికమును పరీక్షించినచో అందు రెండు అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు లున్నట్లు విశదమగును.

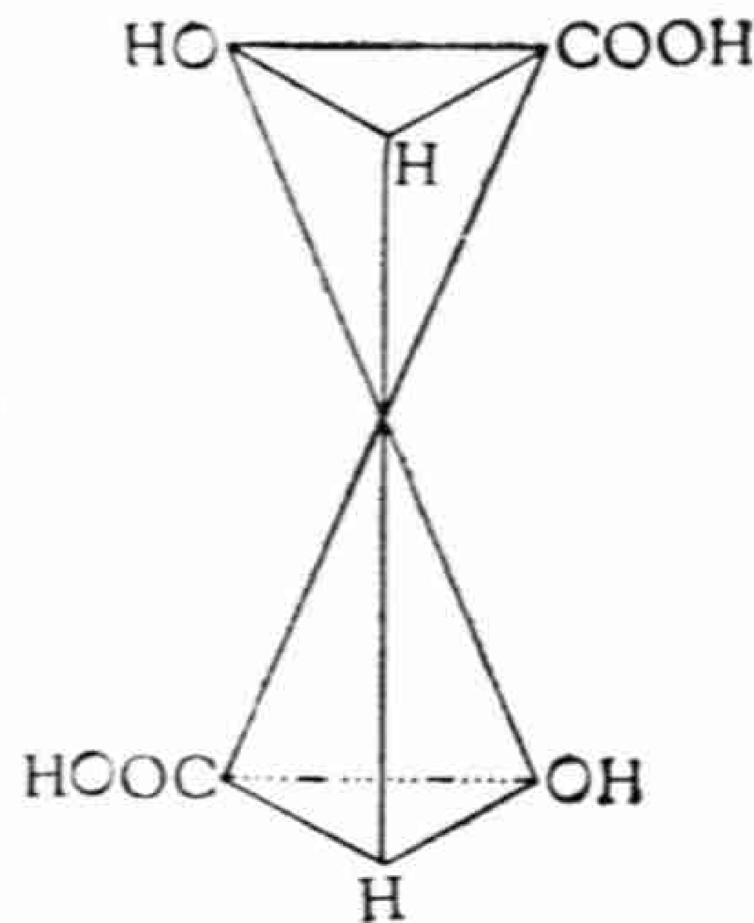
మొదటికార్బన్ పరమాణువుచుట్టు —H, —COOH, —OH, —CHOH.COOH అను పరస్పరభిన్న స్వభావములుగల నాలుగు అనుబంధములున్నవి. అందువలన $C^1$ అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువైనది. ఇట్లే $C^2$ కూడ అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువని చూపవచ్చును. టార్టారిక్ ఆసిడ్ విషయములో సిద్ధాంతప్రకారము ఉండవలసిన నాలుగు రూపములను కూడ ప్రయోగము సాధించగలిగినది. వాటిని క్రింది విధమున చిత్రించవచ్చును :

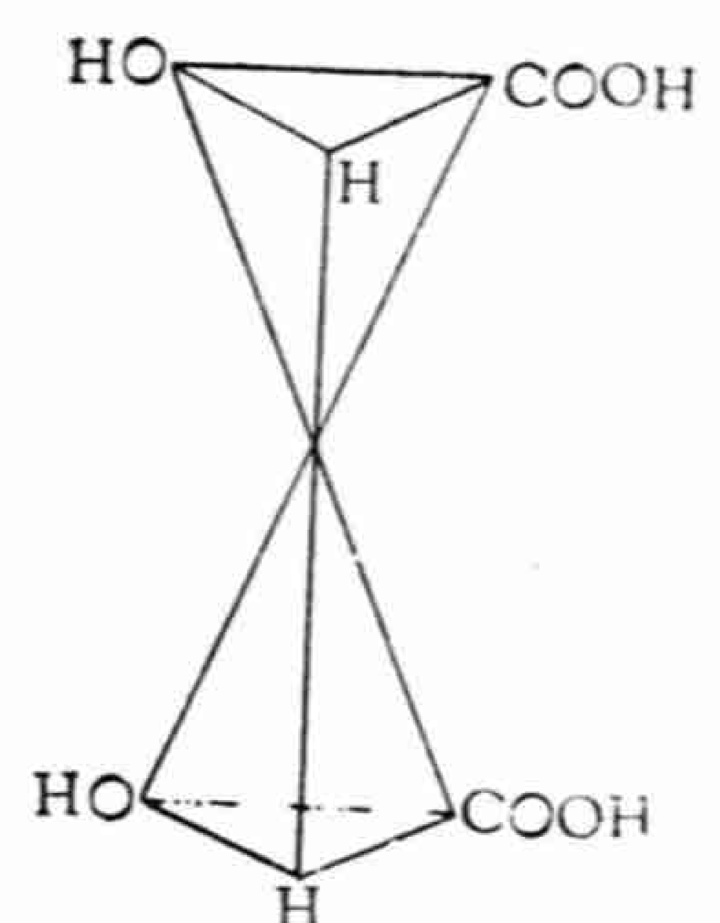
COOH
H—$C^1$—OH
H—$C^2$—OH
COOH




వీటి దైశిక సాంకేతికములు:



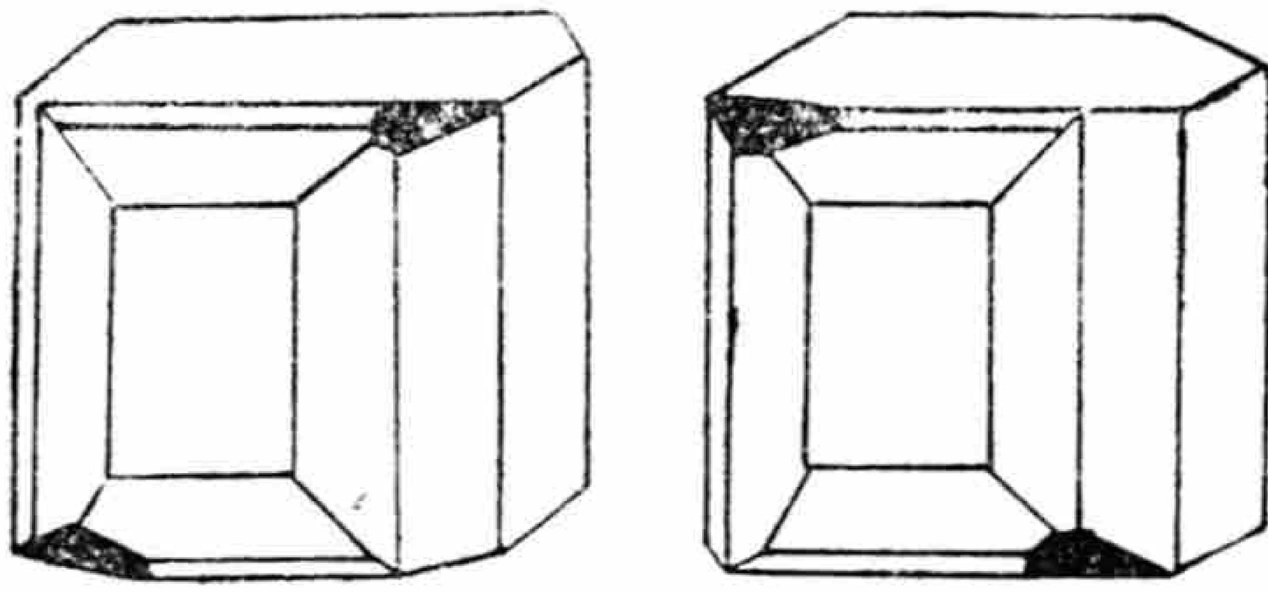




పై చిత్రములో 1, 2, 3 అను మూడు చాక్షుషసమాంగ రూపములు చూపబడినవి. నాల్గవది ప్రత్యేకరూపము కాదు. 1, 2 రూపములు సమరాశిలో కలిసియుండుటవలన ఏర్పడినది. దీనికి రేశమిక్ రూపమని పేరు. సిద్ధాంతము నిర్దేశించిన నాల్గవరూప మిదియే.

ప్రతి కార్బన్ పరమాణువుచుట్టునున్న అనుబంధములను —OH, —COOH, —H, —CHOH, (COOH) అను క్రమములో గణించినట్లైన చిత్రమందు 1 వ రూపములో ఆ అనుబంధములు ఒకే క్రమమున అనగా సవ్యక్రమమున (గడియారపుముల్లు తిరుగుదిశలో) రెండు కార్బన్ పరమాణువులచుట్టును ఉన్నట్లు స్పష్టము. ఇట్టి పరిస్థితిలో మొదటి కార్బన్ పరమాణువుచేసైన భ్రమణమును రెండవ కార్బన్ పరమాణువు ఇనుమడింపచేయును. దీనిని సవ్యరూపమని అందుము. రెండవరూపము మొదటిదానికి దర్పణప్రతిబింబము. ఇందులో రెండు కార్బన్ పరమాణువుల చుట్టును అనుబంధములవరుస అపసవ్యక్రమమున అనగా గడియారపుముల్లు తిరుగుదిశకు విరుద్ధదిశలో అమర్చబడియున్నవి. ఈ రూపమందుకూడ రెండుకార్బన్ పరమాణువులును పరస్పరము వాటిభ్రమణ సామర్థ్యమును పోషించుకొనును; ఇది అపసవ్యరూప మగును. మూడవ రూపమున మీది కార్బన్ పరమాణువుచుట్టు అనుబంధముల అపసవ్యక్రమము, క్రింది దానిచుట్టు సవ్యక్రమమును కానవగును. అందువలన ఈ రెండు కార్బన్ పరమాణువులును వాటిభ్రమణ సామర్థ్యమును పరస్పరము రద్దుచేసికొని, యౌగికమును మొత్తముమీద కాంతిచైతన్యరహితముగా నొనర్చును. ఒకే యౌగికమందు ఇట్లు పరస్పరము భ్రమణ సామర్థ్యమును రద్దుచేసికొను అనుబంధముల సవ్యాపసవ్యక్రమవిన్యాసమున్నచో దానిని 'ఆంతరపూరణము' అని అందురు. ఇట్టి కాంతిచైతన్యరహితమగు రూపమునకు 'మీసో' రూపమని పేరు. పైనిచెప్పిన రేశమిక్ మిశ్రమందు సమ అణురాశిలో చాక్షుష ప్రతిరూపములు కలిసియుండుటచే దానికాంతిచైతన్యము మరుగువడినది. ఇట్టి మిశ్రమందు కాంతితలభ్రమణసామర్థ్యమును పరస్పరము రద్దుచేసికొను అణువులు వేరువేరుగానుండుటచే రద్దుచేసికొనుటకు 'బాహ్యాపూరణము' అని పేరు.

శోధనాగారమందు అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువులుగల యౌగికములను తయారుచేయు ప్రయత్నములో సవ్యరూపముగాని, అపసవ్యరూపముగాని విడిగా లభించదు. వీటి సమరాశిగలమిశ్రమే సిద్ధించును. అనగా రేశమిక్ మిశ్రమే లభ్యమగును. ఈ మిశ్రములు ప్రత్యేకరూపములుగా విడదీయుటకు ముఖ్యముగా మూడువిధానములు పస్తూర్ చే కల్పించబడినవి. అందు మొదటిది భౌతిక పద్ధతి: రేశమిక్ మిశ్రమును ద్రావణమునుండి స్ఫటికీకరించినపుడు ఒకప్పుడాస్ఫటికమిశ్రములో రెండు ప్రతిరూపముల స్ఫటికములును వేరువేరుగా ఉండును. ఈ

ప్రతిరూప స్ఫటికములలో ఆ స్ఫటికరచనయొక్క సౌష్ఠవమునకు అనుగుణమగు తలములతోబాటు, సగమువరకే వృద్ధిపొందిన అర్ధతలములుకూడ ఉండును. ఈ స్ఫటికమిశ్రములో ఒక తరగతిస్ఫటికముయొక్క అర్ధతలములు రెండవదానిలోని సదృశార్ధతలములయొక్క దర్పణప్రతిబింబములవలె ఉండును. టార్టారిక్ ఆసిడ్ యొక్క సోడియమ్ అమోనియమ్ లవణస్ఫటికములలో ఈ అర్ధతలసంఘటన ఎట్లు కన్పట్టునో సోడియమ్ అమోనియమ్ టార్ట్రేట్ లవణముయొక్క ప్రతిబింబరూపములైన క్రింది చిత్రములు చూపును:



అర్ధతల ప్రతిలోమరూపములు.

ఈ అర్ధతల విశిష్టతను గుర్తుపట్టి రెండు ప్రతిరూపములను చేతితో ఏరి విడదీయవచ్చును; కాని ఈ పద్ధతి సులభసాధ్యము కాదు. ఏలన దీనికి బాగుగా పెరిగిన స్ఫటికములు ఉండవలెను. అదిగాక సాధారణముగా రేశమిక్ మిశ్రము ప్రాయికముగా విడదీయుటకు వీలులేని ప్రతిరూపముల రాసాయనిక సంయోగముగా లభ్యమగును గాని మిశ్రముగా సంభవించదు.

జీవరాసాయనిక పద్ధతి : కొన్ని సూక్ష్మజీవులు ప్రతిరూపములు రెంటిలో నొకదానిని తినివేయును; మిగిలినది వేరుగా లభ్యమగును. టార్టారిక్ ఆసిడ్ ప్రతిరూపములను విడదీయుటకు పస్తూర్ పెన్సిలియమ్ గ్లాకమ్ అను నొక విధమైన బూజును ఉపయోగించెను. ఈ బూజు టార్టారిక్ ఆసిడ్ లవణముయొక్క అపసవ్యరూపమును గ్రసించి, సవ్యరూపమును విడిచిపెట్టును. ఈ పద్ధతిలో ఒకరూపము బొత్తిగా నశించును. అందువలన ఇదికూడ విస్తారముగా వాడుకలోలేదు.

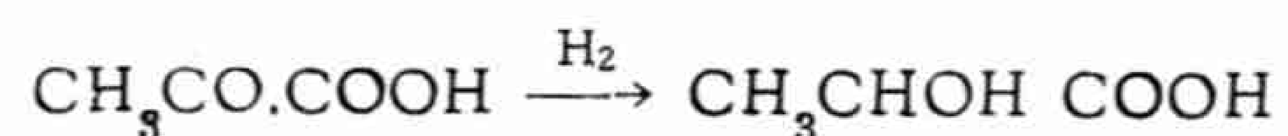
రాసాయనిక పద్ధతి : ఎక్కువగా వాడుకలో నున్న పద్ధతి ఇదియే; దీనిని క్రిందివిధముగా నిర్వహించుదురు : రేశమిక్ మిశ్రము ఆమ్లమైనపుడు కాంతిచైతన్యము గలిగిన లవణాధారముతోను, క్షారమైనపుడు అట్లే కాంతి చైతన్యముగల ఆమ్లముతోను, లవణమిశ్రముగా మార్చినచో లభ్యమగు రెండురకముల లవణములును ప్రతిరూపములు కాకపోవుటచే వాటి భిన్నద్రావ్యతలనుబట్టి వాటిని సులభముగా విడదీయవచ్చును. ఉదాహరణమునకు టార్టారిక్ ఆసిడ్ యొక్క రేశమిక్ మిశ్రమునుండి ప్రత్యేకరూపములను విడదీయవలెననుకొందము. ఈ మిశ్రమునకు d (అపసవ్యరూప) సింకోనీన్ (చూ. ఆల్కలాయిడ్లు - పు. 189) అను లవణాధార గుణముగల ఆల్కలాయిడ్ యౌగికమును కలిపిన d - టార్టారిక్ ఆసిడ్, d - సింకోనీన్ చే తటస్థీకరింపబడి d - సింకోనీన్ d - టార్ట్రేట్, l - టార్టారిక్ ఆసిడ్ d - సింకోనీన్ చే తటస్థీకరింపబడి d - సింకోనీన్ - l - టార్ట్రేట్ అను రెండు లవణములు ఏర్పడును. ఈ రెండులవణములు ప్రతిరూపములు కావు. ఏలన d - సింకోనీన్ d - టార్ట్రేట్ యొక్క ప్రతిరూపము l - సింకోనీన్ l - టార్ట్రేట్ గాని d - సింకోనీన్ l - టార్ట్రేట్ కాదు. అందువలన ఇట్లు లభ్యమైన లవణముల ద్రావ్యత మొదలగుధర్మములు భిన్నములై ఉండును. ద్రావ్యతలోని భేదమును ఆధారముచేసికొని ఈ రెండు లవణములను ఆంశిక స్ఫటికీకరణములచే వేరుపరచవచ్చును. వేరుచేసినతరువాత ఈ లవణములనుండి అకర్బనామ్లముతో ద్విపరివర్తన కార్యము జరిగించినచో శుద్ధామ్లములు వేరువేరుగా లభించును. ఈ వేరుచేయు విధానములో ఉపయోగపడు ఆమ్లములు, లవణాధారములలో ముఖ్యమైనవి క్రింద చూపబడినవి :

ఆమ్లములు : టార్టారిక్ ఆసిడ్, బ్రోమోకాంఫర్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్, కాంఫర్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్.

లవణాధారములు : సింకోనీన్, సింకోనిడీన్, క్వినీన్, క్వినిడీన్, స్ట్రిక్నీన్, బ్రూసీన్, మార్ఫీన్ అనునవి ఆల్కలాయిడ్లు ; కాంతిచైతన్యము గలిగి లవణాధార ధర్మముగల కోబాల్ట్ యౌగికములు.

అసౌష్ఠవరచనగల యౌగికములను శోధనాగారమందు నిర్మించు ప్రయత్నములందెల్లప్పుడును చాక్షుషప్రతిరూపముల సమరాశిమిశ్రమే గాని, ప్రత్యేకముగా ఒక్కరూపము సంభవించదనియు, కొన్నిపరిస్థితులలో అసౌష్ఠవ సంయోజనవిధానమును ఉపయోగించి సవ్యాపసవ్యరూపములలో నేదానినైన ప్రత్యేకముగా నిర్మించవచ్చును చాక్షుషప్రతిరూపములు ఎప్పుడును జంటగానే తటస్థించు నెడల, ప్రకృతియందు మొట్టమొదట ప్రత్యేకరూపములు ఎట్లు సంభవించినవి అను ప్రశ్నకు నేటికిని సరియైన సమాధానము దొరకలేదు.

శోధనాగారమందు ప్రత్యేకరూపముల సృష్టి కొంతవరకు వీలైనది. దృష్టాంతము : పైరూవిక్ ఆసిడ్ ను ఆక్సీహరించుటచే రేశమిక్ లాక్టిక్ ఆసిడ్ లభించును.



$$CH_3CO.COOH \xrightarrow{H_2} CH_3CHOH\ COOH$$

కాని మొదట పైరూవిక్ ఆసిడ్‌ను కాంతిచైతన్య గుణముగల l-బోర్నియోల్ అను ఆల్కహాల్ చే ఎస్టర్‌గా మార్చి ఆ ఎస్టర్‌ను ఆక్సీహరించినచో d-లాక్టిక్ ఆసిడ్, l-బోర్నియోల్ ఎస్టర్; l లాక్టిక్‌ఆసిడ్ l-బోర్నియోల్ ఎస్టర్ అను ఈ రెండు ఎస్టర్‌ల మిశ్రమము లభించును. ఈ మిశ్రములో ఏ కారణముననో ఈ రెండు ఎస్టర్‌లును సమరాశిలో ఉండవు. మొదటిది చాలఎక్కువగా ఉండును. ఈ మిశ్రమునుండి జలవిశ్లేషణముచే బోర్నియోల్ అల్కహాల్‌ను ఒత్తిగిలించినచో, d-రూపము ఎక్కువగానున్న లాక్టిక్‌ఆసిడ్ లభించును. ఇదియైనను మిశ్రములో ఒకరూపముయొక్క పాలు నెక్కువ జేయుటకు ఉపాయమేగాని, వాటిలో నొకదానిని ప్రత్యేకముగా నిర్మించుటకు సాధనము కాదు. మే. వ. న.

**కాంతి పరిక్షేపణము :** తేలియాడుచున్న కణములు గల యానకముగుండా కాంతి కిరణపుంజము ప్రసరించినపుడు కాంతి అన్ని దిశలకును చిందుట సంభవించును. అందువలన కాంతితీక్ష్ణతలో కొంతభాగము పతనకిరణపుంజమునకు ఏటవాలు దిశలలో పరిక్షేపణము నొందును. కొల్లాయిడ్ ద్రావణముగుండాగాని పొగగుండాగాని, కాంతికిరణపుంజమును ప్రసరింపజేసి పతనకిరణమార్గమునకు లంబదిశలో చూచినపుడు అగపడు కాంతిమార్గము కాంతి పరిక్షేపణ ఫలితమే. కాంతిని పరిక్షేపణమొనర్చు కణములు మిక్కిలి చిన్నవి కానపుడు పతనకిరణ మార్గమునకు చేరువగనే పరిక్షేపణమును పొందిన కాంతిలో ఎక్కువ భాగము కేంద్రీకృతమగును. కాని, పరిక్షేపణమునొనర్చు కణముల పరిమాణము తగ్గినకొద్దీ తదనుగుణముగా పరిక్షేపణము చెందిన కాంతి వ్యాపించు ప్రదేశము విస్తృతమగును. టిండాల్ పరిక్షేపణము అని వ్యవహరింపబడుచున్న ఈ సంఘటనలో సంక్రామిత కాంతితీక్ష్ణతయందు తదనుగుణమైన క్షీణత యుండును. అల్పతర తరంగదైర్ఘ్యముగల కాంతికిరణముల పరిక్షిప్తకాంతి తీక్ష్ణత మిక్కిలి ఎక్కువ. చుట్టపొగగుండా చూచినపుడు పరిక్షిప్త కాంతి నీలిగా గోచరించుటయును, సంక్రామిత కాంతి ఎర్రబారుటయును అందుచేతనే. అస్తమించుచున్న సూర్యుని కాంతిలోని నీలికిరణములు వాటిమార్గమందున్న ధూళికణములచే గమనదిశకు దూరముగా ఎక్కువ పరిక్షిప్తమగుటచేత ఆ సమయమందు సూర్యబింబము ఎర్రగా గోచరించును.

కాంతిపరిక్షేపణమును పొందుటకు చతుర్గోచరకణములే కేవలము అవసరము లేదు. గాలిఅణువులు, ద్రవాణువులు కూడ పరిక్షేపణ కేంద్రములుగా వ్యవహరింపగలవు. జాగ్రత్తగా శుద్ధముచేసిన ద్రవములలో సహితము నీలి 'చాలు'ను చూడగలుగుటకు కారణమదియే. వాతావరణములోని అణువులు సూర్యకిరణములను పరిక్షేపించుట చేతనే ఆకాశము నీలివర్ణముతో గోచరించుచున్నది. ఈ రకపు పరిక్షేపణకు 'రాలే పరిక్షేపణము' అని పేరు. సముద్రజలములోని నీటి అణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపించుటచేత సముద్రము ముదరనీలిరంగులో కనిపించును.

సూక్ష్మకణముల పరిమాణమును, ఆకారమును నిర్ణయించుటకు కాంతిపరిక్షేపణశీలము భౌతికవిజ్ఞానికి ఎక్కువగా తోడ్పడుచున్నది. ఇటీవల అణుద్రవ్యములను, శారీరశాస్త్ర విషయక ప్రాముఖ్యమైన ప్రోటీన్‌ల వంటి పదార్థములను పరిశీలించుటకై కాంతిపరిక్షేపణమును హెచ్చుగా వాడుచున్నారు. రామన్.

**కాంతి భౌతిక శాస్త్రము :** వికిరణము ద్రవ్యముపై పడినపుడు మూడు విధములగు సంఘటనలు జరుగుటకు అవకాశము ఉన్నది. ద్రవ్యశరీరమందు వికిరణము వేడిగా మారిపోవచ్చును; వికిరణము ఆ ద్రవ్యమందు రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయవచ్చును; ఆ వికిరణము ద్రవ్యశరీరమందు మార్పుచెందకుండగనో కొంచెము మార్పుచెందియో బయటికి రావచ్చును. పైని నిరూపించిన రెండవరకపు సంఘటనలు కాంతి రాసాయనిక శాస్త్ర విషయము (చూ. కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము పు. 246) మూడవ రకపు సంఘటనలు కాంతి భౌతికశాస్త్ర ప్రమేయములు.

విచూషించినవికిరణశక్తిని ద్రవ్యము మరల వికిరణరూపముననే క్రక్కివేయవచ్చును. ఈ సంఘటనకు ప్రస్ఫురణము (ఫ్లోరిసెన్స్) అని పేరు. సాధారణముగా విచూషిత కాంతిశక్తితో వికీర్ణకాంతిశక్తి సమానముగానైన ఉండవచ్చును. లేదా, దానికన్న తక్కువగానైన ఉండవచ్చును. ఈ రెండవసంఘటన విచూషితశక్తిని ద్రవ్యము రెండుమూడు మజిలీలలో వెడలక్రక్కినపుడు సంభవించును. ప్రస్ఫురిత కాంతితరంగదైర్ఘ్యము ప్రాథమిక కాంతితరంగ దైర్ఘ్యముతోసమానముగా ఉండవచ్చును. లేదా, తక్కువగానైనను ఉండవచ్చును. మొదటిపక్షములో ద్రవ్యముచే ఉద్గీర్ణమగు కాంతిని 'అనునదనవికిరణము' అందురు. రెండవపక్షమున వెలువడిన కాంతిని స్టోక్స్‌వికిరణము, లేదా ప్రస్ఫురిత కాంతి అందురు. ప్రస్ఫురితకాంతి ఎల్లప్పుడును ప్రాథమిక కాంతికన్న ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యమును, అందువలన తక్కువ శక్తిని కలిగియుండునని 1851 లో స్టోక్స్ కనిపెట్టియుండుటచే, ఈ నియమమునకు 'స్టోక్స్ నియమము' అని పేరు వచ్చినది. సాధారణముగా ప్రస్ఫురితకాంతి ప్రసరించు

కాలము చాలఅల్పము. $10^{-8}$ సెకను ఆ కాంతి అర్ధజీవిత వ్యవధి. అదికాక, ప్రాథమిక అనగా, ప్రేరకకాంతి తొలగించిన ఉత్తరక్షణమున ప్రస్ఫురణముకూడ ఆగి పోవును. విలీనామ్లములలో క్వినీన్ సల్ఫేట్ ద్రావణము, వెలుతురుకు ఎదురుపెట్టినంత సేపు ప్రస్ఫురిత కాంతిని వెద చల్లును. కిరసనాయిలు కూడ ప్రస్ఫురిత కాంతిని వెద లించును. కొన్ని ద్రవ్యములు విచూషిత కాంతిని తమలో నిలవచేసికొని, ప్రాథమిక కాంతిని తొలగించిన తరువాత కూడ కొంతకాలము ప్రస్ఫురణమును కనపర్చును. ఇట్టి సంఘటనమునకు భాసనము (ఫాస్ఫోరెసెన్స్) అని పేరు. భాసనమును విలంబిత ప్రస్ఫురణముగా మనము భావించ వచ్చును. బేరియమ్‌సల్ఫైడ్, జింకుసల్ఫైడ్, కాల్సియమ్ సల్ఫైడ్‌ల వంటి కొన్ని సల్ఫైడ్ యౌగికములు; మాంగ నీస్, రాగి లవణములవంటి కొన్ని మలినలేశముల సన్నిధిలో భాసనమును కనపరచును. ఇట్టి ద్రవ్యములను కొంత సేపు వెలుగులో పెట్టి చీకటిలోనికి తీసికొనివచ్చినపుడు రెండు మూడు నిమిషముల వరకును భాసనము సంభవించును. ఒకప్పుడు ఈ భాసితకాంతి వార్తాపత్రికను చదువుకొను టకు వీలున్నంత తీక్ష్ణముగా నుండును.

గడియారము, వాచీ మొదలైన వాటి ఫలకముల మీది అంకెలను చీకటిలో కనపడునట్లు చేయునది ఈ భాసన సంఘటనయే. బేరియమ్ సల్ఫైడ్‌తో రేడియమ్ లవణపు ద్రావణలేశమును కలిపి మర్దించగా వచ్చిన ముద్దను అంకెలపై పూసిన, గడియారపు అంకెలు చీకటిలో కూడ కనిపించును. రేడియమ్‌నుండి బహిర్గతమగు వికిరణము బేరియమ్‌సల్ఫైడ్‌ను తాకినపుడు సల్ఫైడ్ భాసించును. ఈ వెలుతురువలననే మనము గడియారపు అంకెలను చీకటిలోకూడ చూడగలుగుచున్నాము.

తరుచుగా వికిరణమువలన ఉత్తేజితమైన అణువు ఇంకొక అణువుతో డీకొనినపుడు రెండవదానికి దానిశక్తిలో కొంత భాగమును పంచిపెట్టును. ఈ రెండవఅణువు దానికి మొదటి దానివలన సంక్రమించినశక్తిని ప్రస్ఫురితకాంతిగా పైకి పంపవచ్చును. లేదా, మరియొక అణువునకు అదికూడ తన శక్తిని దానము చేయవచ్చును. మొదటి పక్షములో జరుగు సంఘటనకు ప్రేరితప్రస్ఫురణము అనిపేరు. ఉదా హరణకు, పాదరసబాష్పము అతినీలలోహిత కాంతిచే ఉత్తేజితమై, దానితో కలిసియున్న బాష్పరూపమున ఉన్న సోడియమ్‌పరమాణువులకు, తన శక్తిలో కొంత దానము చేసి, సోడియమ్ పరమాణువులను పసుపు రంగుగల సోడియమ్‌కాంతిని వెలిబుచ్చునట్లు ఉత్తేజితములుగా చేయ గలదు. సోడియమ్‌పరమాణువులు, సాక్షాత్తుగా అతినీల లోహితకాంతివలన పసుపుకాంతిని వెదజల్లునట్లు ఉత్తేజిత ములు కావు.

విచూషితకాంతిని తిరిగి వికిరించుటకన్న అణువులు ఒక దానితోనొకటి డీకొని శక్తిని అన్యోన్యముగా సంక్రమింప చేసికొను కార్యము బహుళముగ జరుగును. ఉత్తేజిత అణువును, ఒక దృష్టిలో మిక్కిలి తాపశక్తిగల అణువుగా మనము భావించవచ్చును. ఏలన, ఒక అణువునకు 50 కిలోకేలోరీల తాపశక్తిని సంక్రమింప చేయవలెననిన దానిని 7000°C వరకు వేడిచేయవలసి వచ్చును. ఈ తాప శక్తి ద్రవ్యాణువునకు ఒక పసుపు కాంతి కణమును విచూ షించుటవలన అలవడును. కాని, అణుసమూహములో జరుగు ప్రబలసంఘర్షణలవలన కాంతి కణమును స్వీకరించిన అణువు విస్తారమైనశక్తిని సంపాదించి వేడి ఎక్కుటకు బదులుగా, ఆశక్తి తక్కిన కోట్లకొలది ఉన్న అణువులలో పంపకమై ద్రవ్యరాశి అంతయు కొంచెము వేడెక్కును. ఇట్లే సూర్యునినుండి భూమిపై పడు కాంతిలో చాల భాగము తగ్గిపోవును.

ప్రస్ఫురణసంఘటనలో విచూషితకాంతికన్న వినిర్గత కాంతి తక్కువశక్తిని, హెచ్చుతరంగదైర్ఘ్యమును కలిగి యుండునని చెప్పియుంటిమి. ద్రవ్యముపై పడు కాంతిలో కొంతభాగము ద్రవ్యములోని అణువులను, అణువులలోని పరమాణువులను ఉత్తేజితములుగా అనగా, హెచ్చు శక్తి మంతములుగా చేయుటయందు వ్యయింపబడుటచే వినిర్గత కాంతి, శక్తిలో కొరవడియుండుట సబబే. కాని, కొన్ని సంఘటనలయందు, వినిర్గతకాంతిలో ఎక్కువశక్తి, తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము గల కిరణములు ఉండవచ్చునన్న సంగతి పరమాణు రచనాసిద్ధాంతమునుండి స్మెకాల్ ఆదేశించ గలిగెను (1923). ఈ సంఘటనను రామన్ ప్రాయోగి కముగ రుజువుచేసెను (1928). ఈ సంఘటనకు 'రామన్ ఫలితము' అని పేరు (చూ. రామన్‌ఫలితము). చివరకు మరియొక సంఘటనను క్లుప్తముగా పేర్కొనవలసి ఉన్నది. ధాతువుల తలముపై కాంతి, ముఖ్యముగా అతినీలలోహిత కాంతి పడునపుడు ధాతుపరమాణువులు, ఎలక్ట్రాన్‌లను కోలుపోయి అయన్‌లుగా మారును. దీనికి కాంతి విద్యుత్ సంఘటన అని పేరు (చూ. కాంతి విద్యుత్తు). మే. వ. న.

**కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము :** భూమిపై అందు బాటులోనున్న నేలబొగ్గు, రాతినూనె, శక్తినిచ్చు ద్రవ్య ములు అన్నిటికిని సూర్యరశ్మియే మూలాధారము. కాంతి, వేడిమి కిరణరూపమున అంతరాళములో ప్రసరించుచున్న వనియును అవి శక్తియొక్క విశిష్ట రూపము అనియును భౌతికశాస్త్రము చెప్పుచున్నది. సూర్యరశ్మి కిరణరూప

మున, అంతరాళమును చొచ్చి కొంత భాగము భూమిపై బడి భూమిచే గ్రసించబడుచున్నది. మరికొంత భాగమును సముద్రజలము కబళించి ఆవిరియై మీదకెగసి మరల వర్ష రూపమున భూమిపై పడుచున్నది. సూర్యరశ్మిలోని మరి కొంత భాగము వృక్షములచే గ్రహింపబడిన వాటి పెరుగుదలకు కారణమగు చున్నది. భూతలముపై బడు సూర్యుని వేడిమి, కాంతి కిరణములేకాక - కంటికగపడునవి, అగపడనివి, అగు కిరణరూపములన్నియు ఇతరశక్తి రూపములోనికి మార్చుటకు వీలైన శక్తిప్రభవస్థానములే. కాంతి కిరణరూపమున నున్న శక్తికిని, ద్రవ్యములలో నున్న రాసాయనిక శక్తికిని గల సంబంధమును వ్యక్తపరచు శాస్త్రభాగము కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము.

కాంతి రాసాయనికశక్తిగా మారుటకు వీలయిన పరిస్థితుల అన్వేషణయు, రాసాయనికశక్తి కాంతిశక్తిగా మారుటకుగల అవకాశములను పరిశీలనయు ఈ శాస్త్రము యొక్క ముఖ్యవిషయములు. ఈ రెండవవిషయము చాల ప్రాచీనకాలము నుండి మానవునికి పరిచితమైయున్నది. ఏలన, అనాదికాలము నుండి మనుజుడు కఱ్ఱ, నూనె, క్రొవ్వు ఆధారముచేసికొని కాంతి పుట్టించుటకు అలవాటు పడి యున్నాడు. ఈ వస్తువుల జ్వలనప్రక్రియ యందు సంభవించు రాసాయనికపు మార్పులే వెలుతురు ఉద్భవించుటకు కారణములగు చున్నవి. కాని సూక్ష్మముగా ఆలోచించినచో కాంతిని ఉత్పాదించు ఈ విధానము లన్నియు మొదట వేడిని కలిగించి ఆ వేడివలన వస్తువులు ప్రజ్వలించుటవలన కాంతిని ఇచ్చును. అంతేకాని ఈ విధానములు ఎవ్వియు రాసాయనికశక్తిని సాక్షాత్తుగా కాంతిగా మార్చ సమర్థములైనవి కావు. వేడిజోక్యము లేకుండా రాసాయనికశక్తి సరిగా వెలుతురుగా మారు సందర్భములు అనేకములు ఇటీవల వ్యక్తమైనవి.

మనకంటికి కానవచ్చునది, కానరానిది అని కాంతి రెండు తెగలు. ఈ రెండు తరగతుల కాంతిని సామాన్యముగా 'వికిరణ' మని వ్యవహరించుట సంప్రదాయము. వికిరణము ద్రవ్యముపై పడునపుడు అది మూడుతెరగుల మార్పును చెందును. కొంత భాగము ఉపరితలముచే పరావర్తితమగును; మరి కొంత భాగము ద్రవ్యముచే విచూషితమగును; మిగిలిన భాగము ద్రవ్యము గుండా బయటికి వెలువడును. ఈ చివర ప్రక్రియను, పారప్రేషణము అని అందురు. పరావర్తితము ($\text{వి}_{\text{ప}}$), విచూషితము ($\text{వి}_{\text{వి}}$), పారప్రేషితము ($\text{వి}_{\text{పా}}$) అను మూడు భాగముల మొత్తము వస్తువును ప్రవేశించిన వికిరణరాశికి సమానముగా నుండును. వస్తువును ప్రవేశించిన వికిరణరాశి ఒకటియని అనుకొనినచో శక్తినిత్యతా నియమము నుండి క్రింది సమీకరణము సిద్ధించును :

$$1 = \text{వి}_{\text{ప}} + \text{వి}_{\text{వి}} + \text{వి}_{\text{పా}}$$

వస్తువును తాకిన కాంతిలో ఎంతభాగము పరావర్తితమగునో ఎంత విచూషితమగునో, ఎంత పారప్రేషితమగునో వస్తువు యొక్కయు, వికిరణము యొక్కయు స్వభావమునుపట్టి యుండును. ధాతువులపై బడు కాంతిలో 90% పరావర్తితమగును. అందువలననే వాటికి అంత కాంతి. గాజువంటి పారదర్శకమగు వస్తువులు వికిరణములో చాలభాగమును తమగుండా బయటికి పోనిచ్చును. మసి, గొడుగుగుడ్డ మొదలగు నల్లనివస్తువులు వికిరణమును చాలవరకు విచూషించును.

ద్రవ్యమును తాకి మూడు విధములుగా విభక్తమైన ఈ వికిరణ భాగములలో పరావర్తితమైనదియు, పారప్రేషితమైనదియు ద్రవ్యమందు ఏ విధమైన రాసాయనికపు మార్పులను కలుగజేయవు. ఏలన ద్రవ్యముతో వాటి సంపర్కము అతిస్వల్పము. మిగిలిన భాగము అనగా విచూషితభాగము ద్రవ్యమందు రాసాయనికపు మార్పును జనింపజేయగలదు.

'విచూషిత వికిరణమే ద్రవ్యమునందు రాసాయనికపు మార్పును జనింపచేయగలదు' అనునది కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రమందలి మొదటి నియమము. దీనిని గ్రోతస్, డ్రేపర్ అను ఇద్దరు భౌతికవిజ్ఞానులు బయటపెట్టుటచే దీనికి 'గ్రోతస్ - డ్రేపర్ నియమము' అని పేరు. విచూషితమైన వికిరణమునకే రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయు అవకాశమున్నప్పటికిని, విచూషిత కాంతి ఎల్లప్పుడును మార్పును జనింపచేయవలయునన్న నియమము లేదు. మార్పును కలుగజేయకుండ విచూషితకాంతి చాల సందర్భములలో ద్రవ్యమును వేడిచేయుటయందే వినియోగపడుటకూడ కలదు.

తరువాతి నియమము ద్రవ్యము జీర్ణించుకొనగల కాంతి రాశికిని, ద్రవ్యరాశికిని గల సంబంధమును తెలుపునది. ద్రవ్యము అణు, పరమాణు ఘటితము కనుక, అది కబళించు కాంతి దాని నియత ఆయతనములోగల కణ సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. స్థానిక వ్యత్యాసములు లేకుండ ఏకరూపసాంద్రతగల వస్తువు విచూషించు కాంతి దాని దళసరితో అనులోమముగా మారుచుండును. అనగా దళసరి ఎక్కువగుకొలది కబళితమగు కాంతిరాశి, ఎక్కువగుచుండును. వికిరణతీక్ష్ణత, వికిరణప్రసారకాలావధి ఈ రెండింటి గుణిజఫలము వికిరణరాశి. కాలావధిని స్థిరముగా తీసికొనినచో వికిరణతీక్ష్ణతయే వికిరణరాశికి మానము.

ద్రవ్యముపై వికిరణము పడునపుడు మనకు ప్రత్యక్షముగా అగుపడునది ద్రవ్యమునుండి వెలువడు కిరణముయొక్క తగ్గుచుండు తీక్ష్ణత. ఈ తగ్గింపు వికిరణము ప్రవేశించిన పొర దళసరినిబట్టి ఉండునని చెప్పియుంటిమి. ఏ పొరయైన విచూషించగల వికిరణతీక్ష్ణత, దానిని ప్రవేశించు వికిరణము యొక్క తీక్ష్ణతనుపట్టి యుండును. పై విషయమును గణిత పరిభాష (అంతరీకరణ సమీకరణము) లో క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చును :

$$\frac{dI}{dT} = KI_0$$

ఈ సమీకరణమందు dI అనంతాల్ప పరిమాణముగల తీక్ష్ణతలోని తగ్గింపును, dT అట్లే అనంతాల్పపరిమాణము గల పొరదళసరిని సూచించును. ఈ రెండిటి నిష్పత్తి $\frac{dI}{dT}$ తీక్ష్ణతయొక్క తగ్గింపు రేటును తెలియజేయును. K స్థిరాంకము ; $I_0$ పొరను ప్రవేశించకముందు వికిరణతీక్ష్ణతను తెలుపును. తీక్ష్ణతాభుక్తి పొరనుప్రవేశించనున్న వికిరణము యొక్క తీక్ష్ణతనుపట్టి ఉండునని సమీకరణము తెలియజేయుచున్నది. dI, dT లు అనంతాల్పరాశులగుటచే ప్రయోగరీత్యా వీటిని నిర్ధరించుట కవకాశములేదు. కాని గణితశాస్త్రభాగమగు చయనకలనము (ఇంటెగ్రల్ కాల్క్యులస్)చే ప్రయోగమునకు పనికివచ్చునట్లు ఈ పై అంతరీకరణ సమీకరణమును క్రింద విధముగా మార్చవచ్చును :

$$KT = \log \frac{I}{I_0}$$

ఇందు K స్థిరాంకము ; దీనికి 'విచూషణగుణకము' అని పేరు. $I_0$ పతనతీక్ష్ణత ; I పారప్రేషితతీక్ష్ణత ; T పొరదళసరి. ఈ మార్చిన సమీకరణమందు కన్పట్టు I, $I_0$, T, లు పరిమిత పరిమాణముగల రాశులు గనుక ప్రయోగములచే సులభసాధ్యములు. ఈ శాస్త్రరంగమున ఐన్‌స్టయిన్ కాలుపెట్టక మునుపు ఈ రెండు నియమములే స్థాపితములైనవి.

ద్రవ్యమునకువలె వికిరణమునకు కూడ కణరచనను ఆరోపించినగాని ద్రవ్యముపై వికిరణము పడునపుడు కానవగు కొన్ని సంఘటనలను బోధపరచుకొనుటకు వీలులేదని మొట్టమొదటిసారిగా నిరూపించినవాడు ప్లాంక్ ఈ సిద్ధాంతమును ఉపయోగించి ఐన్‌స్టయిన్ తన కాంతి విద్యుత్ ఫలితమును వివరించెను. ఐన్‌స్టయిన్ ప్లాంక్ కన్న మరియొక మెట్టు పైకెక్కి వికిరణము ద్రవ్యముచే విచూషింపబడునపుడేకాక, అది అంతరాళమున ప్రసరించుచున్నపుడు కూడ కణరూపమునే దాల్చునని ప్రతిపాదించెను. ఈ ప్రతిపాదనను ఒప్పుకొనినగాని వికిరణమునకు, ద్రవ్యమునకు మధ్య సంభవించు వినిమయ సంఘటనలు అర్థముకావని ఐన్‌స్టయిన్ నిరూపించెను.

1910 లో ఐన్‌స్టయిన్ క్వాంటంవాద తత్త్వములను వికిరణము, ద్రవ్యముల మధ్య జరుగు సంఘటనల కన్వయింపజేసి ఈ శాస్త్రమందు మౌలికమగు నియమమును స్థాపించెను. దీనికే 'కాంతి రాసాయనికతుల్యతా నియమము' అని పేరు.

అనగా వికిరణము ద్రవ్యమందు మార్పును కలుగజేయగల సందర్భములో ప్రతి ద్రవ్యాణువు ఒక కాంతికణమును మ్రింగి ఉత్తేజితమై రాసాయనికపు మార్పునకు ఉన్ముఖమగును. అట్టి సంఘటనమందు రాసాయనికపు మార్పును చెందిన అణువులసంఖ్య కాంతివలన ఉత్తేజితమైన అణువుల సంఖ్యకు - అనగా కబళితమైన (విచూషితమైన) కాంతికణములసంఖ్యకు - సమానముగ ఉండవలయును. మార్పుచెందిన అణుసంఖ్యను 'ద' అని గుర్తించి, విచూషితమైన కాంతిరాశిని 'తే' చే తెలియజేసినచో, ఐన్‌స్టయిన్ కాంతి రాసాయనిక తుల్యతానియమమును అనుసరించి $\frac{ద}{తే}$ అను భాగహారఫలము దృష్టాంతసంఘటనలో యూనిట్ నకు సమముగా ఉండవలయును. ఈ భాగహారఫలమునకు క్వాంటం దక్షత అని పేరు.

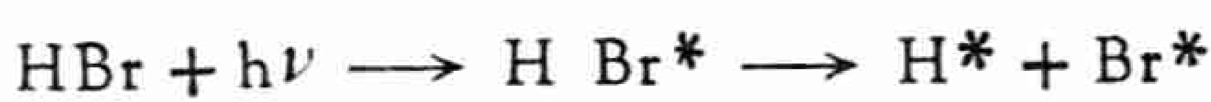
ఈ నియమమును మొట్టమొదట 1908 లో స్టార్క్ అను భౌతికశాస్త్రవేత్త స్థాపించెను. తరువాత 1912 లో ఐన్‌స్టయిన్ తిరిగి దానిని ప్రాయోగికముగా రుజువుచేసెను. ఈ నియమమునకును, ఫారడే విద్యుత్‌విశ్లేషణ ప్రథమ నియమమునకును ఎంతేని సాదృశ్యము కలదు. విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములోనికి విద్యుత్‌ప్రవాహమును ప్రవేశపెట్టినపుడు ద్రావణమునందు రాసాయనికపు మార్పునకు లోనైన ద్రవ్యరాశి అందు ప్రవేశించిన విద్యుద్రాశినిపట్టి ఉండునని ఫారడే ప్రథమ నియమము తెలియజేయుచున్నది. ద్రవ్యము పరమాణుఘటితము కనుక రాసాయనికపు మార్పునుచెందునవి పరమాణువులే కావలయును. ప్రతి పరమాణువును అతిస్వల్పనియత విద్యుద్రాశిని (దీనిని విద్యుత్‌పరమాణువు అనవచ్చును) గ్రహించి మార్పునకు లోనగునని అనుకొనినచో నియతద్రవ్యరాశి రాసాయనికపు మార్పు చెందుటకు నియత విద్యుత్‌రాశి ఆవశ్యకమను విషయము సులభవేద్యము.

అటులనే కాంతిశక్తివలన ద్రవ్యము రాసాయనికపు మార్పునకు లోనగునప్పుడు ద్రవ్యరాశియందలి ప్రతిపరమాణువును ఒక కాంతిశక్తి పరమాణువును కబళించి మార్పును చెందును. కనుక, నియతద్రవ్యరాశి రాసా

యనికముగా మారుటకు కాంతిశక్తియొక్క నియతరాశి ఆవశ్యకమగును. ఈ కాంతి రాసాయనికతుల్యతానియమము, విద్యుత్‌విశ్లేషణ సంఘటనలవలెనే, ద్రవ్యముచెందు మొదటి మార్పునకే అన్వయించునను విషయము స్టార్క్‌చే ప్రకాశితమై ఐన్‌స్టయిన్‌చే స్థిరీకృతమైనది.

మొదటి మార్పునుటవలన రెండవమార్పు, మూడవ మార్పుకూడా కలుగవచ్చునని అర్థమగుచున్నది. అట్టి మార్పులు కలుగుటకు అవకాశము ఎట్లు ఏర్పడునో అను విషయమును ఒక ఉదాహరణముచే విశదీకరింతుము. తొలుత విద్యుత్‌విశ్లేషణ సంఘటన నొకదానిని తీసికొందము. సాంద్ర సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణములోనికి విద్యుత్ప్రవాహమును పంపినచో మొట్టమొదట జరుగు రాసాయనిక సంఘటన, ద్రావణములోనుండు సోడియమ్ అయన్ తన విద్యుదావేశమును ఋణాగ్రమునకు అర్పించి ఆవేశము లేని పరమాణువుగా విద్యుదగ్రముపై విడివడుట. ఈ విడివడిన సోడియమ్‌పరమాణువు చాల చురుకైన ధాతుకణము కనుక, పరిసరముల నున్న జలముతో రాసాయనికముగా సంయోగించి, తత్ఫలముగా జలమునుండి హైడ్రోజన్ విద్యుదగ్రముపై గాలిబుడగల రూపమున ప్రోగై విడివడును. ఇది విద్యుదగ్రముపై సోడియమ్ పరమాణువిమోచనవెంటనంటు మార్పు; అందుచే ఇది రెండవది. ఫారడే నియమము మొదటిమార్పునకే అన్వయించును; రెండవ మార్పునకు దీని ప్రసక్తిలేదు. పైన ఉదాహరించిన సంఘటనయందు ఒకేనియతరాశి విద్యుచ్ఛక్తి వ్యయమై రెండు రాసాయనికకార్యములు సంభవించినట్లు అగపడుచున్నది. నిజముగా రెండవకార్యము అనగా హైడ్రోజన్ విమోచనము విద్యుత్ప్రవాహ ప్రత్యక్ష ఫలము కాదు. ప్రత్యక్షఫలమగు సోడియమ్ పరమాణువిమోచనకారణముగా ప్రాప్తమైన అవాంతరఫలము.

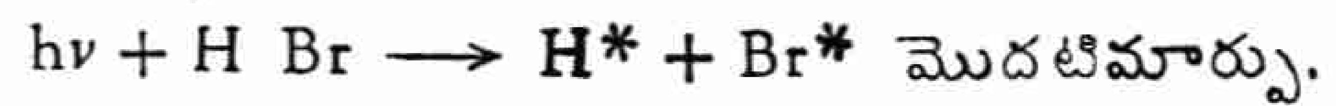
అటులనే వికిరణశక్తిప్రభావమున హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ రాసాయనిక విశ్లేషణము చెందునపుడు, కబళితమైన ఒక కాంతి కణమునకు రెండు హైడ్రోజన్‌బ్రోమైడ్ అణువులు విశ్లేషణమును చెందునట్లు ప్రయోగము కనపర్చుచున్నది. ఈ సంఘటన ఐన్‌స్టయిన్ నియమమునకు విరుద్ధముగా ఉన్నట్లు తోచుచున్నది. ఈ విరోధము నిజముకాదు; ఆభాసరూపమే. ఏలన హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ విశ్లేషణ కార్యమందు జరుగు సంఘటనశ్రేణిలో మొట్టమొదటిది, ఉత్తేజితాణువు పరమాణువులుగా విచ్ఛేదమొందుట.


$$HBr + h\nu \longrightarrow H\,Br^* \longrightarrow H^* + Br^*$$
కాంతికణము ఉత్తేజితాణువు.

ఈ కార్యములో లబ్ధమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఉత్తేజితావస్థలో ఉండుటచే మరియొక అనుత్తేజిత హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ అణువుతో ఢీకొని దానిని మూలపరమాణువుల క్రింద విడగొట్టును :

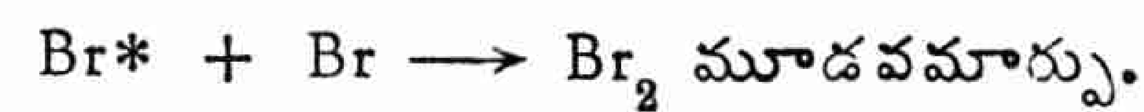

$$H^* + HBr \longrightarrow H_2 + Br$$

ఇది రెండవమార్పు. ఈ రెండుమార్పుల మొత్తపు ఫలము కబళితమైన ఒకేఒక కాంతికణమునకు, రెండు యౌగికాణువులు విచ్ఛేదనమొందుట :

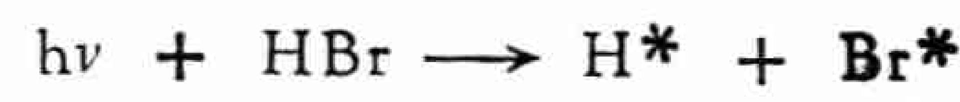

$$h\nu + H\,Br \longrightarrow H^* + Br^*$$ మొదటిమార్పు.

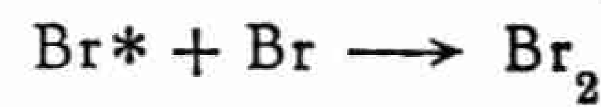

$$H^* + H\,Br \longrightarrow H_2 + Br$$ రెండవమార్పు.

ఈ మార్పులశ్రేణిలో బ్రోమీన్‌పరమాణువులు రెండు కలిసి ఒకఅణువుగా ఏర్పడుట మూడవది.

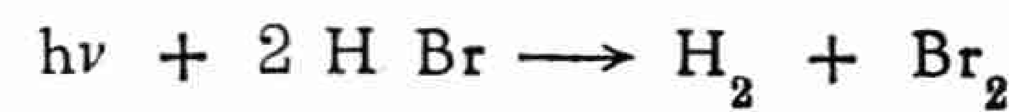

$$Br^* + Br \longrightarrow Br_2$$ మూడవమార్పు.

ఈ మార్పులన్నిటిని క్రింది విధమున క్రోడీకరించిన :


$$h\nu + HBr \longrightarrow H^* + Br^*$$

$$H^* + HBr \longrightarrow H_2 + Br$$

$$Br^* + Br \longrightarrow Br_2$$

---


$$h\nu + 2\,H\,Br \longrightarrow H_2 + Br_2$$

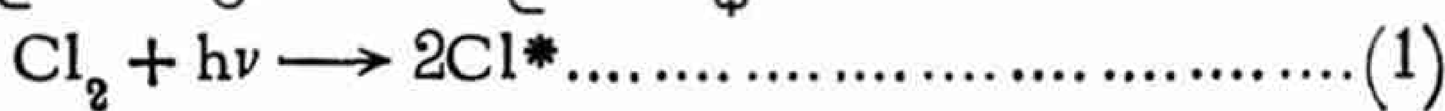
వచ్చు మొత్తపు మార్పు ఐన్‌స్టయిన్ నియమమును బోధించుచున్నది. కాని నిజముగా ఇందలి మొదటిమార్పే ఐన్‌స్టయిన్ నియమముచే సూచితము. తక్కినమార్పులు మొదటిమార్పునుండి సిద్ధించిన అవాంతర ఫలములు. కాంతి రాసాయనిక తుల్యతానియమము మొదటి మార్పులకే అన్వయించుటచేతను, మార్పులు సాధారణముగా ప్రత్యేకముగా కాక సంకీర్ణముగా జరుగుచుండుటచేతను ఐన్‌స్టయిన్ నియమమునకు అనేక అపవాదములు ఉన్నవి. మార్పునొందిన ద్రవ్యరాశి, విచూషితమైన వికిరణమునకు ఏ నిష్పత్తిలో ఉండునో నిర్ధరించుట అనగా కాంతి రాసాయనికప్రక్రియ యొక్క క్వాంటం దక్షతను నిశ్చయించుట నేటి కాంతి రాసాయనికుని ముఖ్యప్రయోజనము. ఆ నిష్పత్తి యూనిట్‌నకు సమముగానున్నపుడు, అనగా క్వాంటం దక్షత ఒకటి అయినపుడు ఐన్‌స్టయిన్ నియమము సార్థకమని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. క్వాంటం దక్షత ఒకటికి సమానమగు ప్రక్రియలు చాల అరుదు. దీనికి కారణము అవాంతరప్రక్రియలు తరుచుగా పొడసూపుట. క్వాంటందక్షత ఒకటికన్న ఎక్కువగాని, తక్కువగాని ఉండవచ్చును. ఒకటికన్న ఎక్కువసంఖ్య క్వాంటందక్షత గల ప్రక్రియ ఇదివరకు ఉదాహరించిన హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్ కాంతి విశ్లేషణము. ఒకటికన్న తక్కువ దక్షతను చూపు ప్రక్రియ అమోనియా కాంతి విశ్లేషణము.

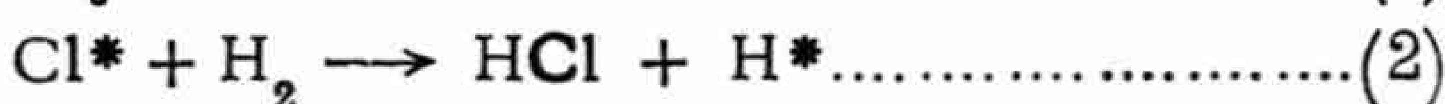
ఇచ్చట కాంతి కణముచే ఉత్తేజితమైన అమోనియా అణువు క్రింది రీతిని విశ్లేషించును :


$$h\nu + NH_3 \longrightarrow NH_2 + H$$

విశ్లేషణఫలితములగు $NH_2$, H, లు $NH_3$, $N_2$, H లతో సంయోగించ నేరవు. అందుచే వాటిలోనవి పరస్పరము $NH_2 + H \longrightarrow NH_3$ అను విధానమున సంయోగించి మరల తొలియౌగికమును జనింపజేయును. విశ్లేషణఫలితములగు అమోనియా భాగములు సంయోగించి తిరిగి అమోనియా అణువును జనింపజేయుటచే కబళితమైన కాంతిశక్తికి సరియగు విశ్లేషణఫలము లబ్ధము కాలేదు.

రాసాయనిక సంయోగమునకు వీలగు నిష్పత్తిలోనున్న హైడ్రోజన్, క్లోరిన్ మిశ్రము కాంతిప్రభావమున హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌గా సంయోగించును. ఈ రాసాయనిక కార్యమందు క్వాంటం దక్షత చాలఎక్కువ. అనగా అది పదిలక్షల శ్రేణిలోనుండును. ఇట్టి అద్భుతముగా, అధికముగానున్న క్వాంటం దక్షతకు కారణము, ఇందుజరుగు మొదటి మార్పునుండి ఫలించిన ద్రవ్యములు ఆవృత్తక్రమములో మరల మరల సంయోగించి అసంఖ్యాకములగు యౌగికాణువులను జనింపజేయుట. ఇట్టి ఆవృత్తిరూప ప్రక్రియాశ్రేణికి శృంఖలా ప్రతిక్రియ అని పేరు. ఉదాహరణముగా తీసికొన్న రాసాయనిక కార్యమందు ప్రక్రియాశృంఖలము క్రింది పద్ధతిని సాగును :


$$Cl_2 + h\nu \longrightarrow 2Cl^* \ldots\ldots (1)$$


$$Cl^* + H_2 \longrightarrow HCl + H^* \ldots\ldots (2)$$


$$H^* + Cl_2 \longrightarrow HCl + Cl^* \ldots\ldots (3)$$

ఇందు మొదటిప్రక్రియ శృంఖలను ప్రారంభించును. తక్కిన రెండుప్రక్రియలును ఈ శృంఖలను కొనసాగించును. మిశ్రమందుండు మాలిన్యములచేగాని, ఆధారపాత్రకుడ్యములపై సంయోగము జరుగుటచేగాని క్లోరిన్, హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తొలగింపబడుదాక ఈ శృంఖలాప్రక్రియలు సాగుచునేయుండును.

సాధారణకాంతి తరంగరూపమున ప్రసరించుననియు, ఏకజాతీయమైనది కాదనియు, మిశ్రమనియు తేజస్స్వభావ పరిశీలనవలన తెలిసినది. ఏకజాతికాంతికి నిరూపకలక్షణము దాని తరంగదైర్ఘ్యము. అతికురుచవియయిన గామాకిరణ తరంగములనుండి మిక్కిలి పొడవైన రేడియోకిరణ తరంగములవరకు తరంగదైర్ఘ్యము మారుచుండును. ఈ వికిరణ విభేదములలో నన్నియు ద్రవ్యముపై తమ ప్రభావమును చూపి దానిరచనలో మార్పులను తేగలవు. అయినను ద్రవ్యమునందు కాంతికారణముగా సిద్ధించిన రాసాయనికపుమార్పులే ఈ శాస్త్రభాగమందు చర్చావిషయములు ; కాబట్టి అట్టి మార్పులను కలుగజేయు వికిరణవిభేదములనే అనగా కంటికగపడు కాంతితరంగముల, నీలలోహిత కాంతితరంగముల, పరశోణకాంతి తరంగముల ప్రభావమునే ఈ శాస్త్రము చర్చించును. ఈ కాంతి విభేదములలో తరంగములపొడవు తగ్గుచున్నకొద్దీ, పౌనఃపున్యము ఎక్కువగుచుండును. పౌనఃపున్యము, ప్లాంక్ స్థిరాంకము-ఈ రెండిటియొక్క గుణనఫలము కాంతికణము యొక్క శక్తి :

$$E = h\nu$$

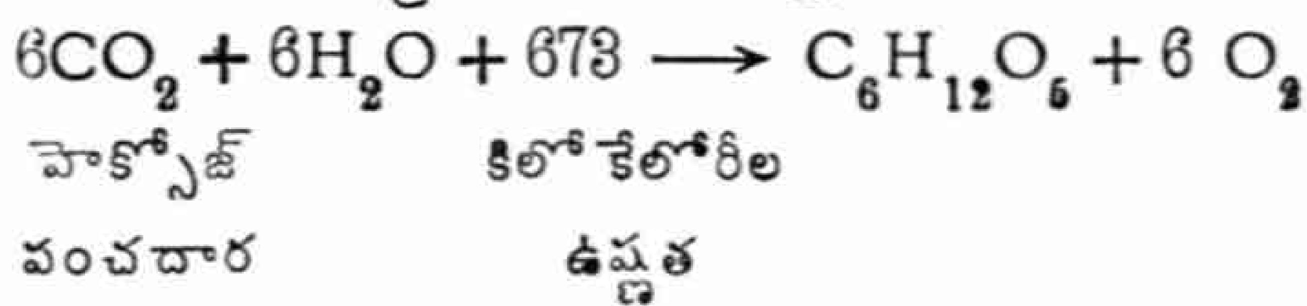
ఇచ్చట E కాంతి కణశక్తి; h ప్లాంక్‌స్థిరాంకము : $\nu$ కాంతితరంగము యొక్క పౌనఃపున్యము. తరంగపౌనఃపున్యము హెచ్చుకొలది అనగా తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గుకొలది కాంతికణముయొక్క కార్యశక్తి ఎక్కువ అగుచుండును. అందువలననే నీలలోహితము వైపునున్న కాంతివిభేదములు ఇరుప్రక్కల నున్నవాటికన్న ఎక్కువ దక్షతతో ద్రవ్యమందు రాసాయనికపుమార్పులను జనింపచేయును.

ప్రయోగపరికరము : కాంతి రాసాయనిక ప్రక్రియకు సంబంధించిన క్వాంటం దక్షతను సమర్థించవలెననిన, ఆ దక్షతను తెలియచేయు నిష్పత్తి $\frac{ద}{తే}$ లో కన్పట్టు, ద, తే అను రెండుపదములను ప్రత్యేకముగా కొలువవలయును. మార్పుచెందిన ద్రవ్యరాశిని పరిమాణాత్మకవిశ్లేషణవిధానములలో నేదానిచేనైన నిశ్చయించవచ్చును. కాంతితీక్ష్ణత కొలుచుటకు తెర్మోపైల్, బోలోమీటరు - వీటిలో దేనినైన ఉపయోగించవచ్చును. ముందు ఇట్టిప్రయోగములలో తరంగవిభేదముల గుర్తించకుండ మిశ్రకాంతి ఉపయోగించెడివారు.

ఇట్టి ప్రయోగఫలితములు నిరర్థకములు, నిష్ప్రయోజనములు అని క్వాంటంసిద్ధాంతము చూపినతరువాత వీరైనంతమట్టుకు ఏకవర్ణకాంతినే ప్రయోగములయందు ఉపయోగించుచున్నారు. రాసాయనికసంఘటనలలో ఎన్నిరకములున్నవో అవిఅన్నియు కాంతిప్రభావమున సిద్ధించును. సరళసంయోగము, విశ్లేషణము, ఆక్సీహరణము, ఆక్సీకరణము, జలవిశ్లేషణము, అణుపుంజీకరణము (పోలీమెరైజేషన్) మొదలగు శీర్షికలక్రింద మార్పులన్నిటిని విభజించుట ఈ శాస్త్రమందలి సంప్రదాయమై యున్నది. కాంతి ప్రభావమున భూమిపై నున్న ద్రవ్యములలో జరుగుచున్న మార్పులన్నిటిలో గాలిలోనున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌నుండి వృక్షములు తమకు కావలసిన కార్బన్ ద్రవ్యమును ఏర్చి, సంగ్రహించి, ఆక్సిజన్‌ని విడుదలచేసి,

వాటిశరీరపోషణకు కావలసిన కార్బన్ ద్రవ్యములను సిద్ధపరచుట మహత్తరమైనది. ఈ సంఘటనలో విడివడిన ఆక్సిజన్ జంతువులకు ప్రాణాధారము. జంతువులు, వాటి శ్వాసకార్యమందు గాలినుండి ఆక్సిజన్‌ని గ్రహించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను విడిచిపెట్టును. భూమిపై వృక్షములే లేకపోయినచో జంతువులు శ్వాసముతోవిడిచిపెట్టినకార్బన్ డైఆక్సైడ్ ప్రపంచమంతట క్రిక్కిరిసి యుండుటయు ప్రాణాధారమగు ఆక్సిజన్ కొరవడుటయు సంభవించును. ఇట్టి పరిస్థితులలో జీవనవ్యాపారమే సాగదు. అట్టి ప్రమాదము కలుగకుండ వృక్షవ్యాపారరూపమున ప్రకృతి పన్నిన పన్నుగడ జంతువులమనికికి కారణమగుచున్నది. అందువలననే వృక్షసృష్టి మొదటిది, జంతుసృష్టి తరువాతిది అని విజ్ఞులు చెప్పుదురు.

జంతువుల జీవనమునకు మహోపకారకమగు ఈ వృక్షవ్యాపారమునకు 'వృక్షములచేనగుకార్బన్‌పచన' అని పేరిడవచ్చును. దీనికి కిరణజన్యసంయోగక్రియ (ఫోటోసింతసిస్) అని కూడ ఇంకొక పేరు కలదు. ఈ ప్రక్రియలో గాలిలోనున్న కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను, నీటిని ఉపయోగించి ఆకులలోనుండు క్లోరోఫిల్ అను హరితవర్ణముగల ద్రవ్యము సూర్యరశ్మి సహాయమున కార్బొహైడ్రేట్‌లను తయారుచేయుచున్నది. ఉపభుక్తమైన ప్రతి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అణువునకును ఒక ఆక్సిజన్ అణువు విడుదలచేయబడుచున్నది. ఈ రాసాయనిక ప్రతిక్రియను క్రింది సమీకరణము సంగ్రహించు చున్నది :



$$6CO_2 + 6H_2O + 673 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

హెక్సోజ్ పంచదార — కిలోకేలోరీల ఉష్ణత

పై సమీకరణమునుండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ మారుటకు అణువునకు సుమారు 112 కిలోకేలోరీలశక్తి ఆవశ్యకమగునట్లు తెలియుచున్నది. కాంతి రాసాయనిక సంయోజనము ముఖ్యముగా ఆకులలోనే జరుగును. ఈ పనికి వలయునీరు భూమినుండి చెట్టు వేళ్ళతో పీల్చుకొనునదియే. ఆకులను చేరిన ఈ నీటిలో చాలతక్కువ భాగము సంయోగకార్యమునకు ఉపయోగపడుచున్నది. అధికభాగము ఉత్స్వేదన (ట్రేన్స్‌పిరేషన్) ప్రక్రియ వలన గాలిలో లీనమగుచున్నది. డ్రేపర్ నియమప్రకారము విచూషితమైన కాంతియే మార్పుకలుగజేయును. హరితవర్ణముగల క్లోరోఫిల్ కబళించు కాంతి ఆకుపచ్చకు సంపూరకము అగు పసుపు, ఎరుపు కాంతి.

క్లోరోఫిల్ ప్రేరకద్రవ్యచోదనమున జరుగుచున్న కాంతి రాసాయనిక కార్యమందు అద్భుత సంఘటన ఒకటి ఇమిడియున్నది. సూర్యరశ్మియందున్న పసుపు, ఎరుపు రంగు కాంతి విభేదములనే ఉపయోగించి క్లోరోఫిల్ ఈ సంయోగకార్యమును నిర్వహించుచున్నది. పసుపు, ఎరుపు రంగుకాంతి స్వతంత్రముగా ద్రవ్యమందు రాసాయనికపు మార్పును కలుగజేయునంతటి శక్తిమంతమైనది కాదు. ఈ కాంతి యొక్క ఒక తుల్యరాశి 40 కిలోకేలోరీల ఉష్ణతాశక్తికి సమానము. అట్టివి మూడు తుల్యరాశులు పై ప్రక్రియలో ఆవశ్యకమగునట్లు కనబడుచున్నది. అందుచే ఈ కాంతి రాసాయనిక సంయోగకార్యపు క్వాంటందక్షత 0·33 అని తేలినది. మూడుక్వాంటంల కాంతిని ఎట్లు సేకరించి క్లోరోఫిల్ కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ అణువునకు అర్పించుచున్నదో అను విషయము నేటికిని తెలియలేదు. కాంతితీక్ష్ణత ఎంత అల్పమైనను కాంతి సంయోజన కార్యము జరుగుచునే యుండుటనుపట్టి చూడ అనేక క్లోరోఫిల్‌అణువులు మేళవించి కాంతిని సంగ్రహించి కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ అణువున కందజేయు ప్రకృతి యొక్క అద్భుతచాతుర్యము ఇక్కడగోచరించుచున్నది.

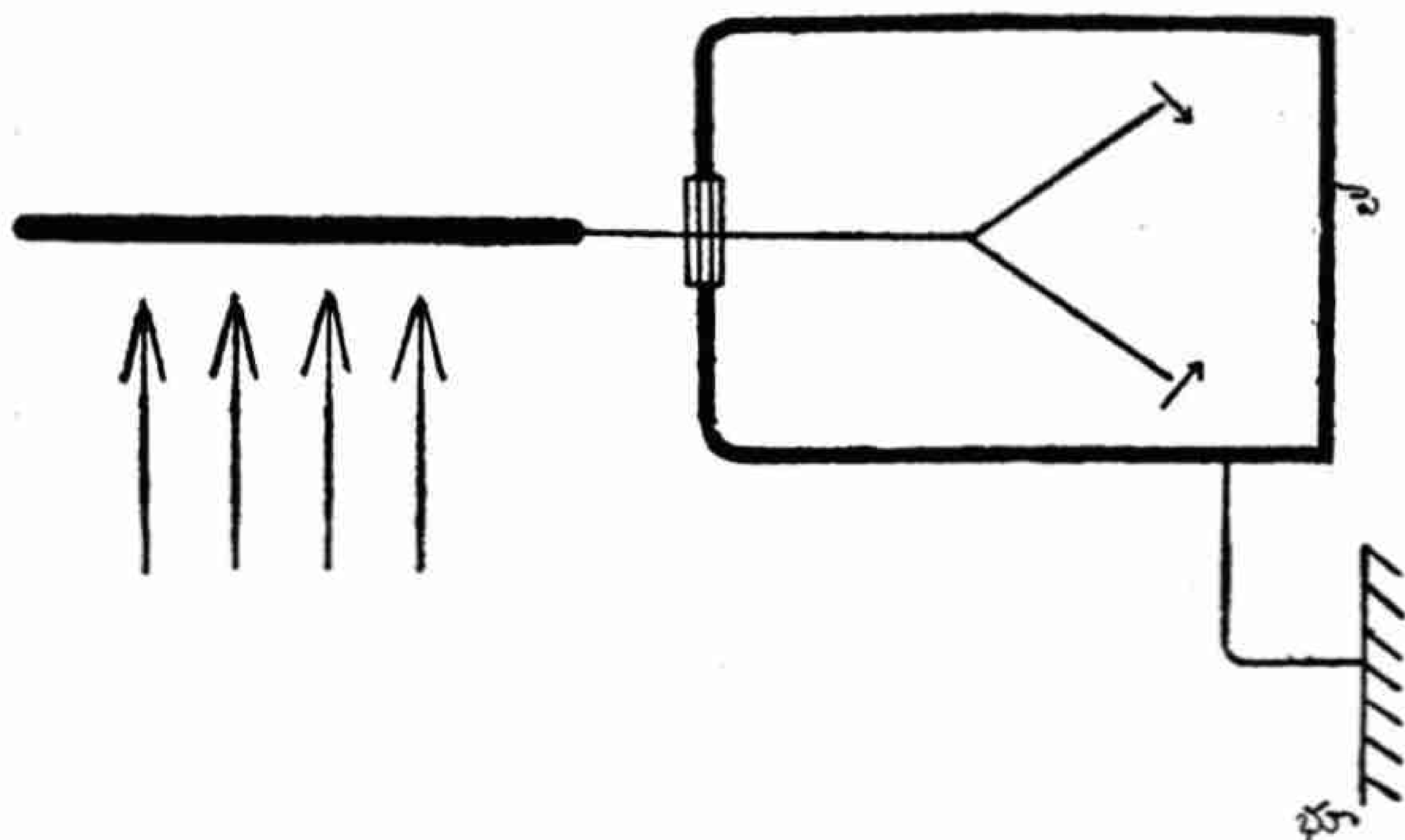
చెట్లపైబడు సూర్యరశ్మిలో నూటికి ఒక పాలుకన్న తక్కువ రాసాయనిక కార్యమందు భుక్తమగుచున్నది.

జీవప్రక్రియ లన్నిటిలో కాంతిసంయోజనము మహత్తమ మయినది. ప్రాణిప్రపంచ మంతయు, అనగా వృక్షములు, జంతువులు ఈప్రక్రియపై ఆధారపడియున్నవి. $CO_2$,$H_2O$ వంటి కొద్దిసంఖ్య సరళ అకర్బనయౌగికముల నుండియు, పంచదార నుండియు, వృక్షముల, జంతువుల మనికికి వలయు క్లిష్టద్రవ్యజాతమంతయు ఉత్పన్నమగుచున్నది.

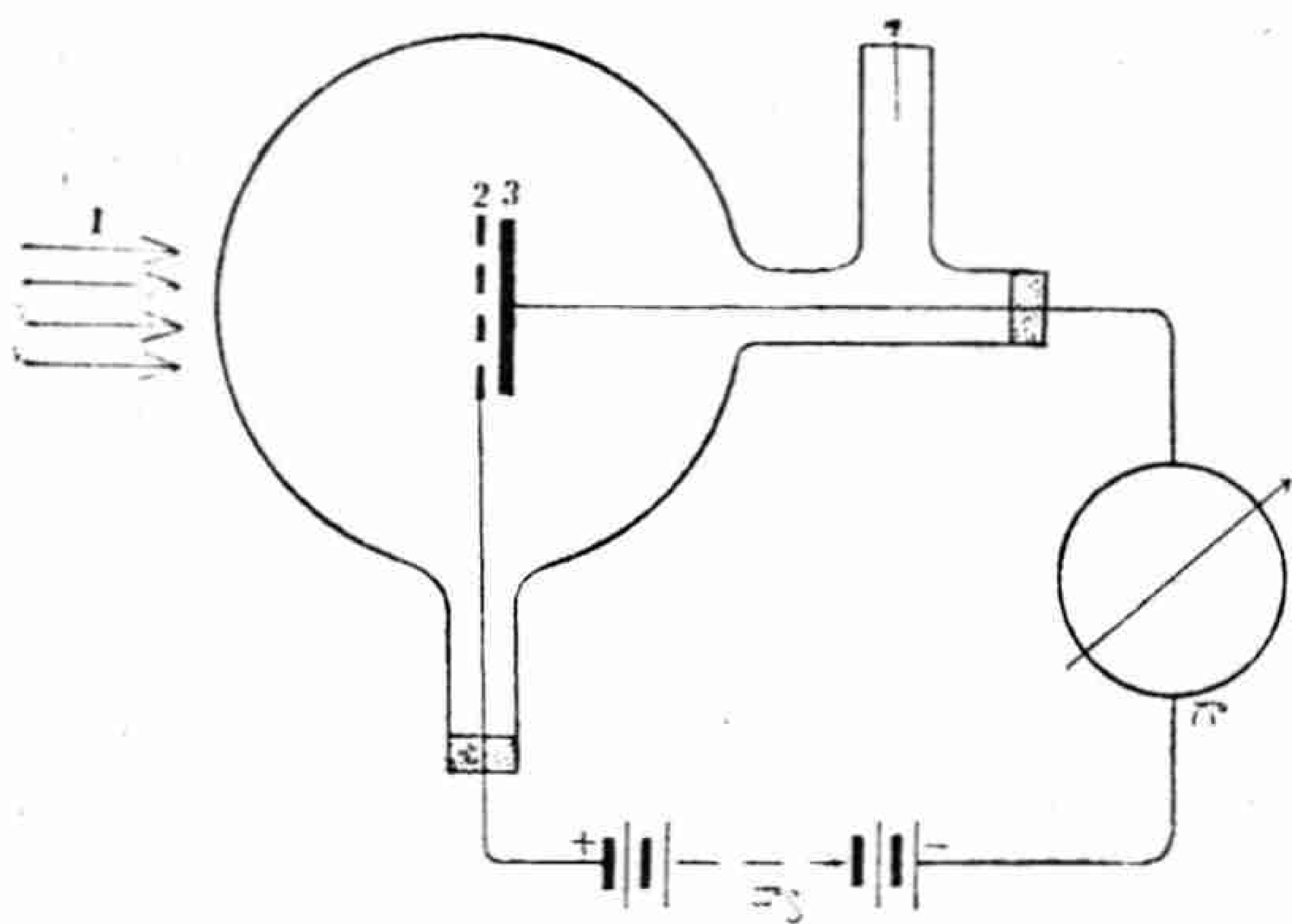
ప్రాచీనకాలమందు పాతువడిన వృక్షములే రాక్షసబొగ్గు క్రింద మారినవి ; కనుక నేడు మనకు శక్తిప్రభవస్థానమగు బొగ్గు ఘనీభూత సూర్యరశ్మియని అనుకొనవచ్చును. మరియొక శక్త్యుత్పాదక సాధనమగు పెట్రోలుకూడ సంఘటిత సూర్యరశ్మి అనియే చెప్పవచ్చును. మే. వ. స.

**కాంతి విద్యుత్ :** బాగుగా మెరుగుపెట్టబడిన ధాతువులపై కాంతికిరణములు పడినపుడు ఎలక్ట్రాన్‌లు వెలువడును. ఈ విషయము మూడు విధములుగ ఉండవచ్చును. కేవల బాహ్యవికిరణము వలన కావచ్చును ; లేదా కొన్ని వస్తువులలో అంతర వికిరణమైనపుడు లోపలనే విద్యుత్కణములు విడివడును. కాంతి వికిరణము మరొకవిధముగా గూడ మార్పు కలుగజేయవచ్చును. కొన్ని వస్తువుల (ముఖ్యముగా సిలీనియమ్, తామ్రభస్మము)పైన కాంతి కిరణములు పడినపుడు వాటి విద్యుద్వహన సామర్థ్యము హెచ్చును. పైని చెప్పిన మూడు విషయములు ఈ దిగువ వరుసగా చర్చించబడును.

**బాహ్యవికిరణము :** బాగుగ మెరుగుపెట్టబడిన జింకు ఫలకముమీద కాంతి కిరణములు పడినపుడు కలుగు సంఘటనలగురించి ఈ పటములో చూపిన యంత్రసహాయముతో 'హాల్‌ఫాక్స్' ప్రయోగములు చేసెను. బాగుగా మెరుగుపెట్టిన జింకు ఫలకమును ఋణవిద్యుదావిష్టముగా చేసి దానిమీద కార్బన్ చాపమునుండి వెలువడిన కాంతి కిరణములు పడనిచ్చి ఆ ఋణవిద్యుత్తు ఆ ఫలకమునుండి వెలువడునట్లు విద్యుత్‌సూచివలన తెలిసినది. ఫలకము ధనావిష్టమైనచో విద్యుత్‌సూచి ఏ మార్పును సూచింపదు. విద్యుత్‌సూచి సూచించు విధానము ఈ క్రింద చెప్పబడినది. విద్యుత్‌సూచి మొదట ధనావిష్టమగుచో, దాని స్వర్ణపత్రములు రెండును కొంచెము ఎడముగా ఉండును. జింకు ఫలకమునుండి, ఋణవిద్యుత్‌కణములను సూచి గ్రహించునపుడు వాటిమీదనున్న ఆవేశము రద్దయి స్వర్ణపత్రములు రెండును దగ్గరపడును. జింకు ఫలకము ఋణా




1 వ పటము. బాణముల కెదురుగానున్నది జింకు ఫలకము. పెట్టెలోపలనున్నది స్వర్ణపత్రవిద్యుత్‌సూచి

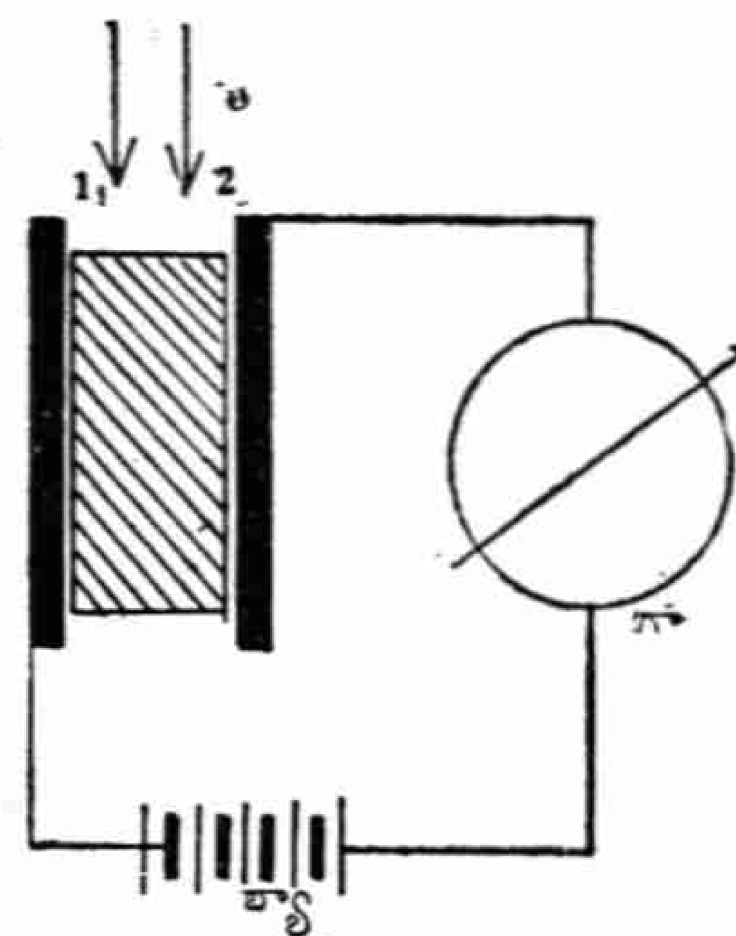



2 వ పటము. అల్కలిధాతు కాంతిఘటము.
(1) కాంతి ; (2) చిల్లులుగల తీగ జాలకమును తెలుపును ;
(3) దాని ప్రక్కనున్నది సోడియమ్‌పూత ;
గా. గాల్వనీమీటరు; బ్యా : బ్యాటరీ

విష్టమయినచో సూచి యొక్క స్వర్ణపత్రములు రెండును మరింత ఎడముగా నగును.

ఎల్‌స్టర్, గైటెల్ అను శాస్త్రజ్ఞులు ఈ విషయమై చాల కృషిచేసి, అనేక క్రొత్తవిషయములు కనుగొని, దానిని ఉపయోగమునకు తెచ్చినారు. సోడియమ్, పొటాసియమ్ ధాతువులమీద దృగ్గోచరకాంతి పడినపుడు కూడ విద్యుత్‌కణములు (ఎలక్ట్రాన్‌లు) వెలువడునని వీరు ముఖ్యముగా కనిపెట్టిరి. మిగిలిన ధాతువులపై బడినకాంతి అతినీలలోహిత కాంతి అయినపుడే విద్యుత్‌కణములు బయల్వెడలును. వారు ఉపయోగించిన ప్రయోగసాధనము 2 వ పటమున చూడనగును.

గాలి పూర్తిగా తీసివేసిన గాజుగోళమునందు రెండు విద్యుదగ్రములు అమర్చబడియున్నవి. ఒకదానిపై సోడియమ్ ధాతువు పూయబడియున్నది. రెండవది జల్లెడవలె ధాతుతంతువులతో అల్లబడిన ఒక జాలకము. ఈ రెండును ఒక విద్యుత్‌ఘటమాల (బ్యాటరీ)కు గాల్వనీమీటరు ద్వారా కలిపి కాంతికిరణములుసోడియమ్ మీద పడునట్లు చేసిన వెంటనే విద్యుత్ ప్రవాహము స్థాపితమైనట్లు గాల్వనీ విద్యున్మాపకమునందుచూడనగును.ఇందులో

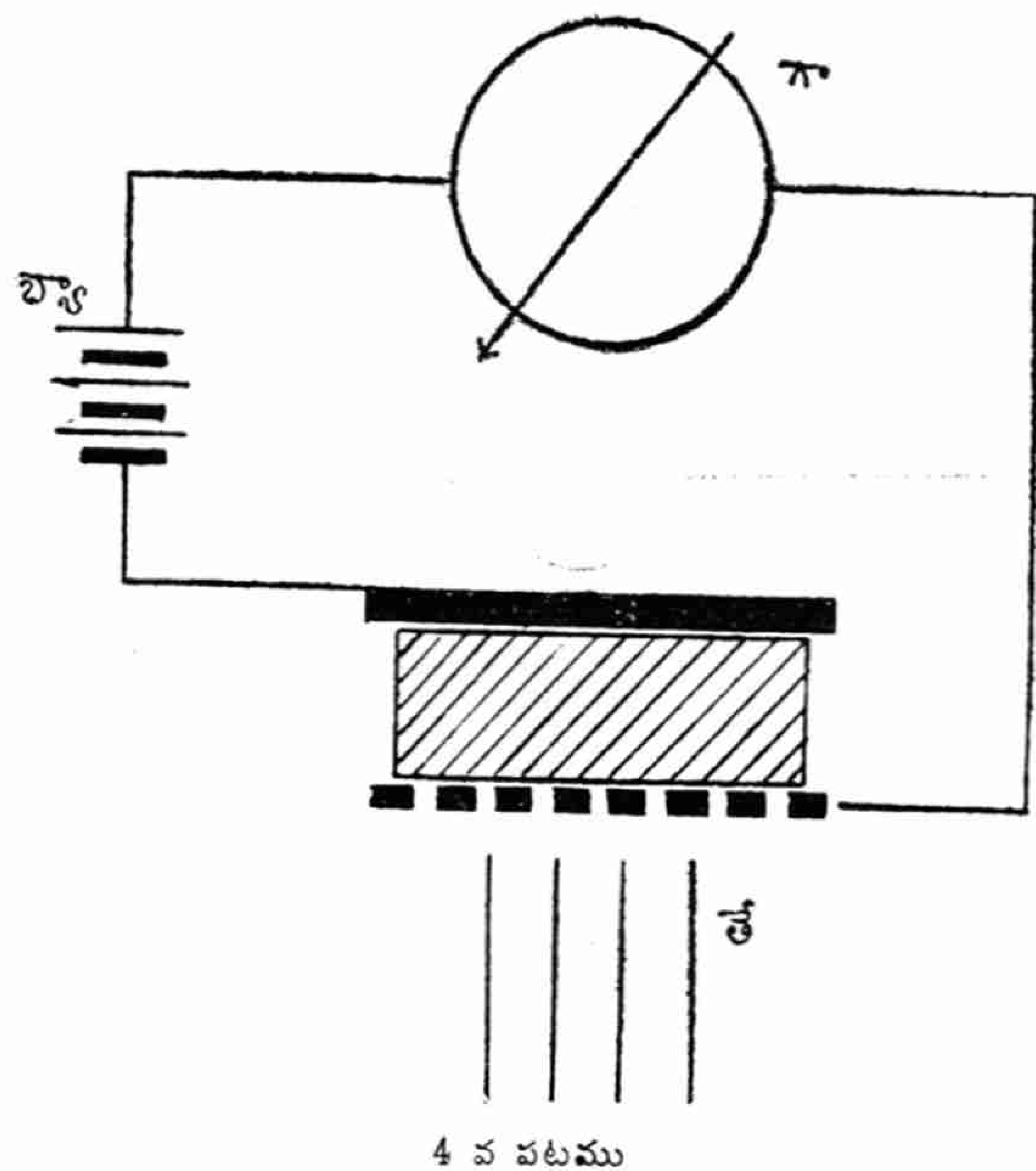



3 వ పటము.

ఇంకొక విషయము కలదు. ఒక నియత ధాతువునుండి విద్యుత్‌కణముల (ఎలక్ట్రాన్‌ల) ఉత్పత్తిచేయవలెననిన ఒక నియతవర్ణముగల కాంతియే ఉండవలెను. ఆ కాంతి పౌనఃపున్యము ఒక నియత కనిష్ఠమూల్యము దాటినగాని, ధాతువునుండి ఎలక్ట్రాన్‌లను ఉత్పాదించుశక్తి దానికుండదు. ఈ విషయము దిగువ వివరించిన అంతర్వికిరణ విషయములో మరింత విపులముగా చర్చించబడినది.

**అంతర్వికిరణము :** బాహ్యకాంతి వికిరణము వలన ఉత్పత్తిఅగు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఫలకమును విడిచిపోవును. కాని, కొన్ని స్ఫటికాదుల అంతరదీప్తివలన ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉత్పత్తియై అచటనే ఉండును. క్యూప్రైట్ స్ఫటికమును రెండు విద్యున్మార్గముల మధ్యనుంచి వాటిని బ్యాటరీకి గాల్వనీ మీటరు ద్వారా కలిపిన చీకటిలో ఏమియు విద్యుత్‌ప్రవాహముండదు. కాని, కాంతికిరణము దానిమీద పడినవెంటనే ప్రవాహమున్నట్లు గాల్వనీమీటరు చూపును. ఈ విషయమును ఈ క్రింది ప్రయోగముద్వారా

చూపించవచ్చును. 3 వ పటమునందు (చూ. ముందుపుట) కాంతి కిరణములు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు అడ్డుగానున్నవి. నాల్గవ పటములో క్రిందనున్న విద్యుదగ్రములోనున్న రంధ్రముల ద్వారా వికిరణమగును. ఈ విషయము 1901 లో జగదీశచంద్రబోస్ లెడ్ సల్ఫైడ్‌నందు చూపగలిగెను. తరువాత మరికొన్ని స్ఫటికములందుకూడ ఇట్టి విషయము ఉన్నట్లు కనుగొనిరి. బాగుగ నిర్మితమైన స్ఫటికములు ఉండవలసిన అవశ్యకతలేదు; ఒక ఫలకము మీద ఈ స్ఫటిక చూర్ణపు పొరయున్నను చాలును. ఇటువంటి వాటిని అర్ధవాహక ఘటములని అందురు. ఇందు తామ్రభస్మము ముఖ్యముగా వాడుదురు. 254వ పుటలోని



4 వ పటము

రాగిఘట చిత్రములో అర్ధవాహక ఘటనిర్మాణమును చూడనగును. ఒకప్పుడు సిలీనియమ్ ధాతువును కూడ వాడుకచేయుదురు. ఈ రకపు విద్యుత్తును జనింపచేయుటకు బ్యాటరీ అక్కరలేదు. అందుచేత నీ ఘటములు ఎక్కువగా ఉపయోగములోనికి వచ్చినవి.

ఈ అంతర్వికిరణవిషయములో మరొకతరగతి ఉన్నది. ఈ సంగతి బెక్రెల్ అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. ఈయన సాధారణ వోల్టాఘటములో ఒక విద్యుదగ్రము మీద కాంతి వికిరించినపుడు ఇదివరకు విద్యుదగ్రముల మధ్యనున్న శక్మ మారునని నిరూపించెను.

పైనిచెప్పిన రెండు విషయములలోను ముఖ్యముగా గమనింపవలసినది ధాతువును కిరణములు తాకినవెంటనే విద్యుత్తు ఉత్పన్నమగుట. ఈ విద్యుత్కణములు ఒక్కొక్కప్పుడు ధాతువును విడిచి అతివేగముతో పోవును. కిరణము యొక్క తరంగపౌనఃపున్యమునకు, విద్యుత్కణశక్తికిసంబంధముగలదు. కాంతికిరణమందున్న శక్తి కొంత విద్యుత్కణములను ధాతుపరమాణువులనుండి విడుదలచేయుటకును, మిగిలినది ఆ కణపు గమనశక్తిగాను వ్యయమగును. ఈ సంబంధమును క్రింది సమీకరణముచే మొదట ఐన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించెను. $E = \frac{1}{2}mv^2 = h\nu - P$.

కాంతి కిరణమందున్న శక్తిఏకాంకమును నూతన పరిభాషలో '$h\nu$' అని తెలుపుదురు. ఇక్కడ h అనునది ప్లాంక్ స్థిరాంకము, $\nu$ అనునది కాంతి పౌనఃపున్యము. $\frac{1}{2}mv^2$ లేదా E అనగా విద్యుత్కణమునకు వేగమునిచ్చిన శక్తి. P విద్యుత్కణమును ఫలకపు ఉపరిభాగమునకు తెచ్చినందుకు వ్యయమయినశక్తి. మిల్లికన్ పెక్కు ప్రయోగములు చేసి పైసత్యమును నిర్ధారణచేసెను. జె. సి. కా.

**కాంతి విద్యుద్ఘటములు** : కాంతి ప్రసారమునుండి విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు పరికరమునకు కాంతి విద్యుద్ఘటమని పేరు. వీటిలో నిర్వాత ఘటములు, అడ్డుపొరఘటములు, సిలీనియమ్ ఘటములు అని మూడు విధములు.

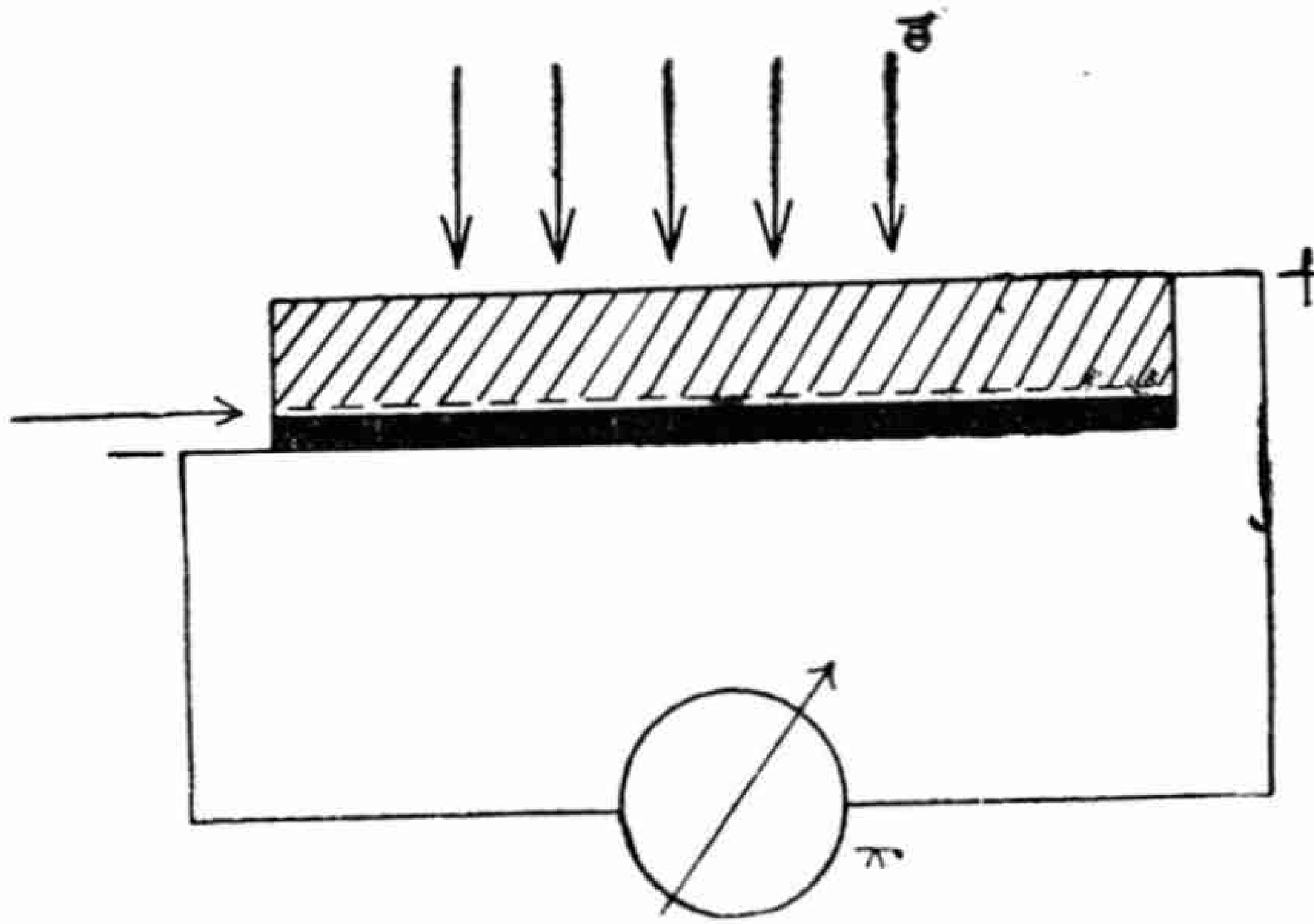
నిర్వాతఘటములు : వీటిలో సోడియమ్ లేదా పొటాసియమ్ క్షారధాతుపూత పరికరపు లోపలిగోడపై ఉండుటచేత వీటికి క్షారధాతుఘటము (ఆల్కలిసెల్) అని కూడ పేరున్నది. ఇది వర్తులము, దీర్ఘవర్తులము, స్తూపము, మొదలగు ఆకారములలో దేనిలోనైనను ఉండవచ్చును. పటములో చూపినది ఒక వర్తులాకారఘటము. ఇది పటములో చూపినట్లు పొడవైన గాజునాళము అతికిన గాజుగోళము. గోళము గుండా ఒకతీగ పోయి గోళములో వలయాకారముగ చుట్టబడియుండును. గోళమునకు ఒక ప్రక్కన లోపలి గోడపై క్షారధాతువు కొంతమేర పూయబడి ఉండును. ఒకబ్యాటరీ సహాయమున వలయమును ధనాగ్రముగాను, క్షారధాతువుపూతను ఋణాగ్రముగాను కావించి పూతకు ఎదురువైపునుండి పూతపై పడునట్లు కాంతిని ప్రసరింప జేసిన పూతలోనున్న ధాతు పరమాణువుల నుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు విడివడి కొంతవేగముతో ధనావిష్టమగు - వలయమును తాకును. ఇదియే ఈ పరికరము ధాతువునకు, వలయమునకు మధ్య స్థాపింపబడిన విద్యుత్ ప్రవాహము. ఈ పరికరము బాగుగ పనిచేయవలెనన్న లోపలనుండు గాలిని పూర్తిగా తీసివేయవలెను. ఈ పరికరము సహాయముచే క్షారధాతువుపైబడు కాంతిని విద్యుత్తుగా మార్చవచ్చును.

అడ్డుపొరఘటములు : ఒక రాగిఫలకము వాయువులో గాని, ఆక్సిజన్‌లో గాని 1000°C/1200°C వరకు వేడిచేసిన

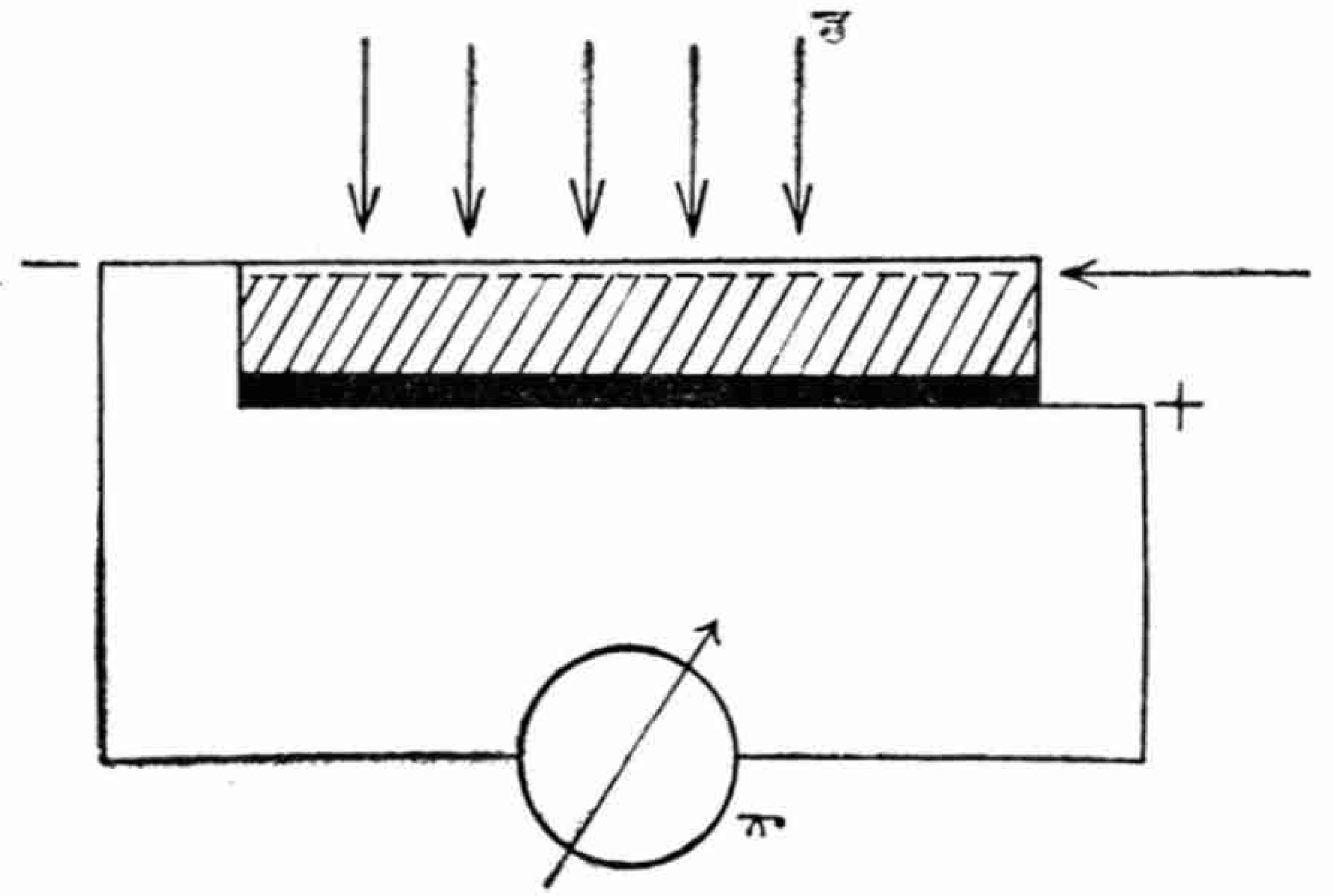
ఎర్రటి కూప్రస్ ఆక్సైడ్ పొర క్రిందను, దానిపై నల్లటి కూప్రిక్ ఆక్సైడ్ పొర ఏర్పడును. ఈ పొరమీద ఒక జింకు ఫలకమును ఉంచి రాగి ఫలకమును, జింకుఫలకమును ఒక బ్యాటరీతో కలిపినచో రాగినుండి జింకుకు విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఈ విషయమును మొదట 1928 లో గ్రోండాల్ కనుగొనెను. దీనిని ఉపయోగము లోనికి తెచ్చినవాడు లాంగేర్. ఆ రాగిఆక్సైడ్ పొరమీద బంగారమునుగాని, వెండినిగాని పొరరూపమున ఉంచిన విద్యుత్ ప్రవాహము అధికమగును.

దీనిముందు అగ్గిపుల్ల గీసిన వచ్చు వెలుగుకూడ సిలీనియమ్‌ను విద్యుద్వాహకముగా మార్చి ఆ విద్యుత్పరిధిలో నున్న గంటను మ్రోగునట్లు చేయును. కాని, ఈ పనికి ఇంత కన్న సూక్ష్మగ్రాహులగు పరికరములు నేడు చేజిక్కుటచే సిలీనియమ్ ఘటము అంతవాడుకలో లేదు.

పై మూడునుగాక ఇంకొకరకము ఘటముకలదు. దీనిని మొట్టమొదట ప్రసిద్ధ భారతీయ విజ్ఞానియగు జె. సి. బోస్ 1901 లో కనిపెట్టెను. దీనికి ఆయన 'తేజోమీటరు' అని పేరిడెను. సూర్యకిరణములు స్ఫటికముపై బడినపుడు



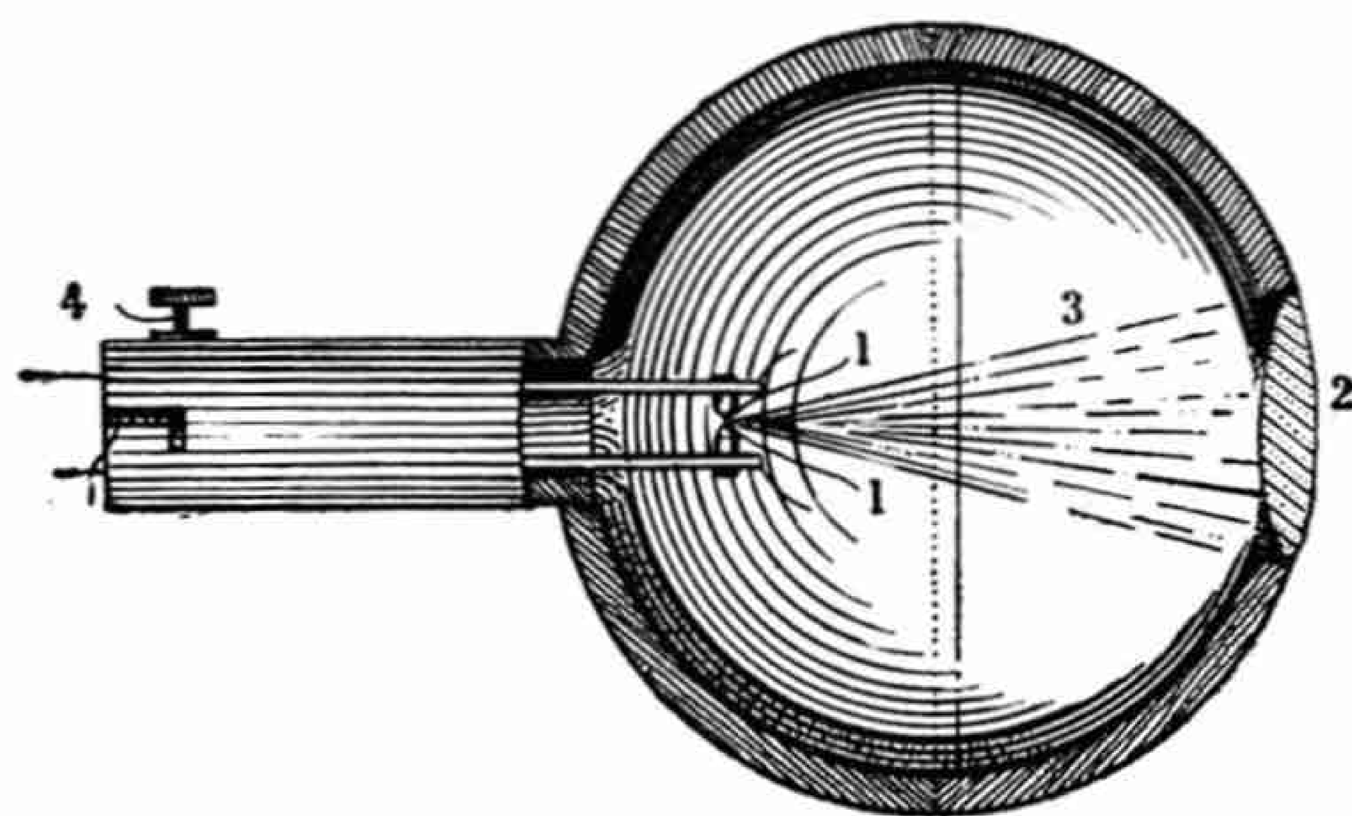
రాగిఘటము.



సిలీనియమ్ ఘటము.

అర్ధవిద్యుద్వాహకఘటములు.

సిలీనియమ్‌ఘటములు: సామాన్యస్థితిలో విద్యుద్వాహకములు కాని కొన్నిద్రవ్యములు కాంతికిరణముపై పడినపుడు విద్యుద్వాహకములుగా పనిచేయును. అట్టి ద్రవ్యములలో సిలీనియమ్ చాలప్రసిద్ధమైనది. విద్యుదగ్రములతో సంధించబడిన సిలీనియమ్‌పొరలు కాంతివిద్యుద్వాహకఘటములుగా



మీది 1. లెడ్ సల్ఫైడ్ స్ఫటికము ; క్రింది 1. విద్యుదగ్రము ; 2. కటకము ; 3. కేంద్రీకృతమైన సూర్యకిరణములు ; 4. విద్యుదగ్రపుస్థానమును మార్చుటకు స్క్రూ.

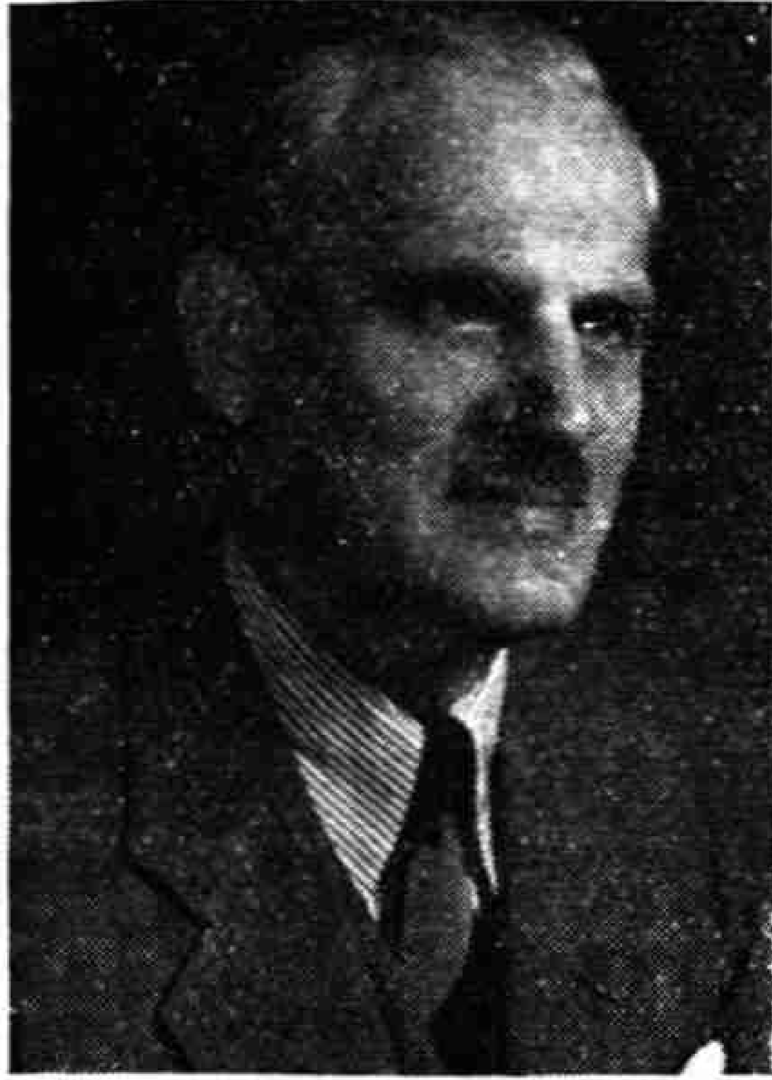
వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఇవి ముఖ్యముగా చోరప్రబోధకములుగా వాడుకలోనికి వచ్చినవి. విద్యుదగ్రములతో కూడుకొనిన సిలీనియమ్‌పొరకు విద్యున్నేత్రము అని పేరు.

అందుండి వెడలిన ఎలక్ట్రానులు ధనావిష్టమగు విద్యుదగ్రము వైపు ప్రవహించును. ఈ ప్రవాహమువలన జనించిన శక్తిను సాధారణ విధానమున కొలువవచ్చును.

ఘటముల ఉపయోగములు : మొదటిరకపు ఘటము చలనచిత్ర రంగమున టాకీలలో ఫిల్ముపైనున్న ధ్వని ఛాయాచిత్రమును కాంతి ద్వారా విద్యుచ్ఛక్తిక్రింద మార్చి ఈ శక్తిని లౌడుస్పీకరుద్వారా ధ్వనిగా మార్చుటకుగాను వాడుకలోనున్నది. ఇదిగాక, రాసాయనికశాస్త్రము, భౌతికశాస్త్రము, ఖగోళశాస్త్రము, వైద్యశాస్త్రము, వీటిలో దేనియందైనను, వెలుతురు కార్యకరణ సామర్థ్యమును లెక్కించవలసి వచ్చినపుడు వెలుతురుయొక్క తీవ్రతను గణించుటకు ఈ కాంతివిద్యుద్ఘటములు మిక్కిలి ఉపకరించుచున్నవి. జె. సి. కా.

**కాంప్టన్, ఆర్థర్ హాలీ** (జననము 1892): అమెరికా భౌతికవిజ్ఞాని ; పరమాణు శాస్త్రములో పరమప్రామాణికుడు ; ప్రిన్‌స్టన్ యూనివర్సిటీలో విద్యను ముగించి అచ్చటనే 1914 లో ఉపాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. 1945 లో వాషింగ్టన్ యూనివర్సిటీ అధ్యక్షపదవిని స్వీకరించెను. కేంద్రకశక్తి వినియోగమందు, విశ్వకిరణముల పరిశీలనయందు కాంప్టన్ ప్రధానపాత్రను తీసికొనెను. అనేక

అంతర్జాతీయ శాస్త్రీయసభలయందు అమెరికా ప్రతినిధిగా ఆచరించెను. భౌతికశాస్త్రమందు ఈయన కావించిన విలక్షణ పరిశోధనకై సి. టి. ఆర్. విల్సన్‌తో కూడ 1927 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది.

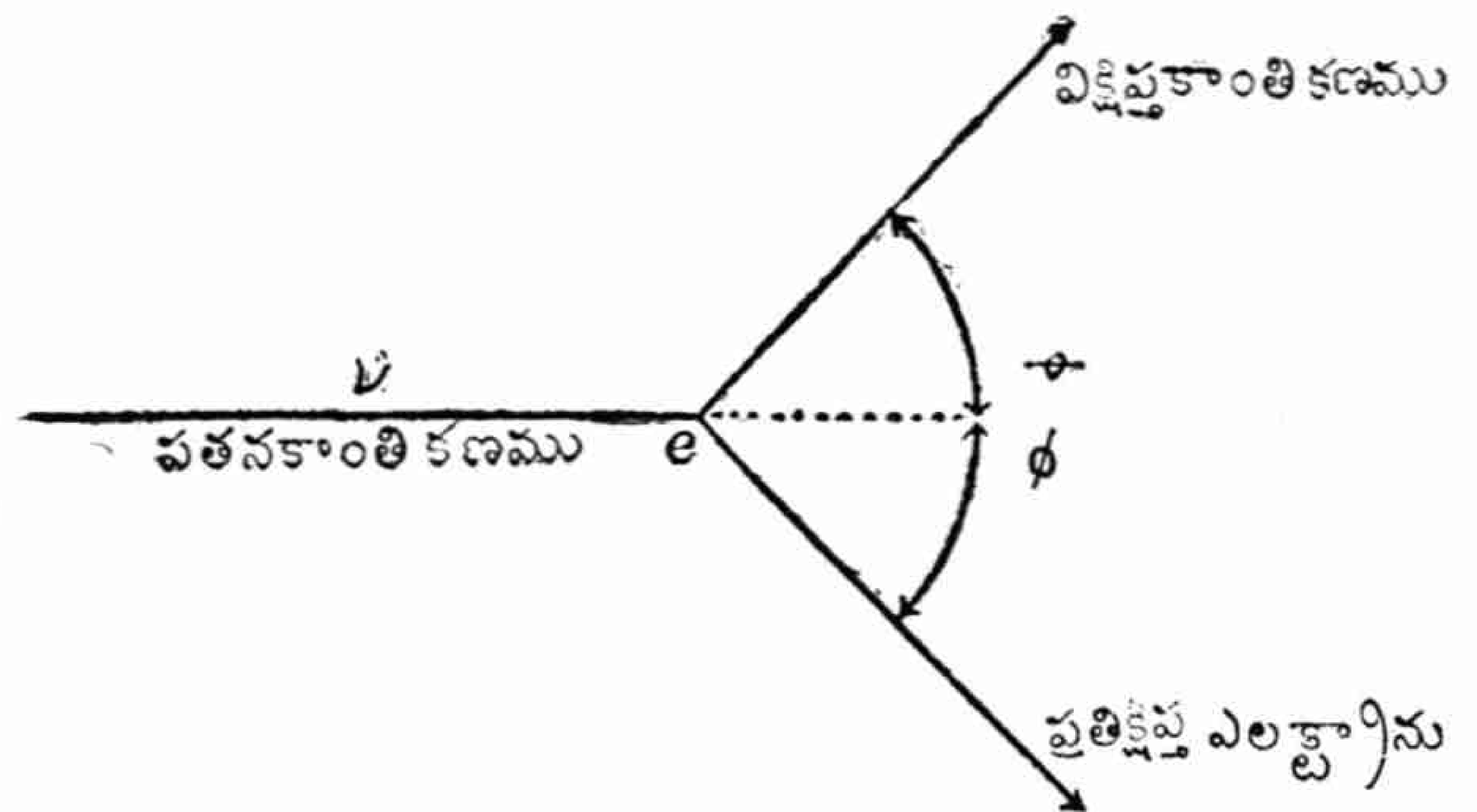

ఆర్థర్ హోలీ కాంప్టన్

భౌతికశాస్త్రములో కాంప్టన్ ఉపజ్ఞములగు పరిశోధనలు పెక్కులు గలవు. అందు X-కిరణముల పరిక్షేపణము (చూ. కాంప్టన్ ఫలితము) వాటి ధ్రువీకరణము, రేఖాజాలకమునుండి ఉత్పన్నమగు X-కిరణ వర్ణమాలలు, ఉన్నతి అక్షాంశ రేఖలుపట్టి విశ్వకిరణ ప్రసారమందలి మార్పులు, ఆటంబాంబు నిర్మాణమునకు వలయు ప్లుటోనియమ్‌ధాతు సంపాదన ముఖ్యములైనవి. మే. వ. న.

**కాంప్టన్ ఫలితము:** కాంతి కణస్వభావము కలదని నేటి భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల నమ్మకము. కాంతికణమునకు ఫోటాన్ అని శాస్త్రమిచ్చిన పేరు. పరమాణు రచనలో బంధితమైయున్న ఎలక్ట్రాన్‌ను కాంతికణము డీకొనినప్పుడు ఆ కణముయొక్క శక్తిని కొంతవరకు ఎలక్ట్రాన్ కబళించి కేంద్రకమునకు దూరముగానున్న కక్ష్యలలోనికి దుముకును. మరల తనతొంటి స్థానమును స్వీకరించుటలో ఎలక్ట్రాన్ పూర్వకబళిత కాంతిని వెడలగ్రక్కును. ఈ బయటకు వచ్చిన ప్రకాశమునే వర్ణమాల దర్శకము మనకు కాంతి రేఖలవలె కనపరచును.

పరమాణు ప్రాంగణమునందేకాక ఎలక్ట్రాన్ ఒకప్పుడు పరమాణుకేంద్ర కాకర్షణపరిధి కావల స్వేచ్ఛగా సంచరించుటయు తటస్థించును. ఇట్టి స్వేచ్ఛాచారులగు ఎలక్ట్రాన్‌లను ఫోటాన్ చెనకునపుడు ఎలక్ట్రాన్, ఫోటాన్‌ల పరస్పరాఘాత ఫలమేమగును? ఈ ఆలోచనాసరణిని మొట్టమొదట (1923) త్రొక్కినవాడు అమెరికాదేశపు భౌతికవిజ్ఞాని కాంప్టన్. ఫోటాన్ స్వేచ్ఛగా సంచరించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌ను తాకినపుడు ఏమగునో బోధపరచుకొనుటకు 'బిల్యర్డ్స్' బల్లపై పరస్పరము డీకొను బంతుల దృష్టాంతమును తీసికొందము. బల్లపై కదలుచున్న బంతి స్థిరముగా నున్నబంతిని తాకినపుడు మొదటి బంతి తనశక్తిలో కొంతభాగము ఇదివరకు స్థిరముగా నున్న బంతికి పంచి, రెండుబంతులును వేరువేరు మార్గముల బల్లపై పరుగిడును. ఇట్లే ఫోటాన్ ఎలక్ట్రాన్‌ను డీకొనినప్పుడు ఈ రెండు కణములును ఆఘాతఫలముగా భిన్న మార్గముల పట్టును.

ఆఘాతము స్థితిస్థాపకధర్మము కలదైనపుడు సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రము అట్టి ఆఘాత కార్యము శక్తి నిత్యతానియమమును, గతిభార నిత్యతానియమమును పాటించునని నిరూపించుచున్నది. సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్ర నియమములను అనుసరించి కాంప్టన్ ఫోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ ఆఘాతఫలమును క్రింది విధమున విశదీకరించెను. ఫోటాన్ కాంతికణము; కాంతి శక్తిరూపము. ఐన్‌స్టయిన్ సాపేక్షతావాదము ననుసరించి శక్తికణమునకు ఒక నియత ద్రవ్యరాశిని ఆరోపించవచ్చును. అందువలన కాంతికణమునకు ద్రవ్యరాశిని ఆరోపించి ఫోటాన్-ఎలక్ట్రాన్ సంఘర్షణను, స్థితిస్థాపకధర్మముగల ఆఘాతమని అంగీకరించి, గతిభారనిత్యతా, శక్తినిత్యతా నియమముల సహాయమున ఆఘాతకార్యము తరువాత ఈ రెండుకణములు స్వీకరించు ప్రత్యేకమార్గములను కాంప్టన్ నిర్దేశించగలిగెను. ఈ నియమమును అనుసరించి తనశక్తిలో కొంతభాగమును ఎలక్ట్రాన్ గమనవేగమును అతిశయింపచేయుటకు ఖర్చుపెట్టి కాంతికణము తక్కువ శక్తితో అనగా, ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యముతో బయటకు వెడలును.



కాంప్టన్ విచలనము

అందువలన ఆఘాతఫలముగా కాంతికణము కొంతశక్తిని కోల్పోవును. అనగా, దాని తరంగదైర్ఘ్యము ఎక్కువయగును. ఈ వివరణ యథార్థమని కాంప్టన్ ప్రయోగముచే రుజువు చేసెను. ఈ ప్రయోగమందు సాధారణదృశ్యకాంతికణము యొక్క శక్తి చాలఅల్పమగుటచే మిక్కిలి శక్తిగల X-కిరణకాంతిని కాంప్టన్ ఉపయోగించెను. అందువలన ప్రయోగఫలము స్పష్టముగా కనబడినది. ఏకవర్ణ X-కిరణకాంతి ఒక బొగ్గుముక్కపై ప్రసరించినపుడు ఆ బొగ్గులో శిథిలముగానున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు

ఆ కాంతిని చెదరకొట్టును. చెదరిపోయిన కాంతిని వర్ణమాలమాపకముతో పరిశీలించినపుడు మొదటికాంతి తరంగముల ప్రక్కను మొదటికాంతికన్న తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యముగల కాంతి రేఖలు గోచరించెను. మొదటికాంతి కణపుశక్తి $h\nu$ అయినపుడు అది ఎలక్ట్రాన్ $e$ తో ఢీకొని చిత్రములో చూపించినట్లు మార్గవిచలనమును చెందును. కాంతికణముయొక్క ఈ మార్గవిచలనమునకు 'కాంప్టన్ ఫలిత'మని పేరు.

కణరూపమున ప్రభవస్థానమునుండి కాంతి ప్రసరించునను వాదమును ప్రతిపాదించుటలో న్యూటన్ కాంతికణభావమును శాస్త్రములో ప్రవేశపెట్టెను. కణవాదము మిథో ఘట్టనమును వివరించలేక పోవుటచే తరంగవాదము బయలుదేరినది. 20వ శతాబ్దపు మొదటిదశలో ఐన్‌స్టయిన్ కనుగొనిన కాంతి విద్యుత్ (చూ. పు 251)సంఘటనను విశదీకరించు సందర్భములో ఐన్‌స్టయిన్ కణవాదమును పునరుద్ధరించెను.

ఐన్‌స్టయిన్ వివరణమందు నమ్మకములేనివారలను కూడ కాంతికణవాద పక్షమునకు మరల్చుటకు సమర్థమైనది ఈ కాంప్టన్ సంఘటన. కాంతి విద్యుత్‌సంఘటన ఒకవేళ బయల్పడకయున్నను, కాంప్టన్ సంఘటనఒక్కటే కాంతికణవాదమును నిస్సంశయముగా స్థాపించగలదు.

కాంతికణమునకు ద్రవ్యరాశిని ఆరోపించుటలో సిద్ధాంతపు చిక్కొకటి గోచరించుచున్నది. సాపేక్షతావాద ప్రకారము ద్రవ్యరాశిగల కణము ఏదైనను, కాంతివేగమునకు దగ్గరగానున్న వేగమును స్వీకరించినపుడు దాని ద్రవ్యరాశి అమితముగా పెరుగును. అందుచే, కాంతికణమునకే ద్రవ్యరాశి ఉన్నప్పుడు దాని ద్రవ్యరాశి అనంతమౌనని చెప్పవలెను. ఇట్టి పరిస్థితులలో కాంతికణపుశక్తి కూడ అనంతమే అయియుండవలెను. అట్టి కాంతికణము ఇంకొకద్రవ్యకణమును ఢీకొనినపుడు దాని శక్తిలో తగ్గింపు కనబడుననుట యుక్తియుక్తముకాదు. కనుక, పై నిరూపించిన కాంప్టన్ వివరణ పొసగదు. కాని, ఈభావ వైరుధ్యమును క్రింది విధమున తొలగించవచ్చును.

ఒకద్రవ్యకణపు వేగమునకు, దానిద్రవ్యరాశినకుగల సంబంధమును క్రిందిసాపేక్షతావాద సమీకరణము సూచించుచున్నది :

$$m = m_o/1 - \frac{v^2}{c^2}$$

ఇచ్చట $m$ = కదలుచున్న కణద్రవ్యరాశి ; $m_o$ = విశ్రాంతిలోనున్న కణద్రవ్యరాశి; $v$ = కణవేగము ; $c$ = కాంతివేగము.

$m_o$ విశ్రాంతిస్థితిలోనున్న ఫోటాన్‌యొక్క ద్రవ్యరాశియై $v^2/c^2$ నిష్పత్తి ఒకటిని అత్యంతముగా దగ్గరించుచుండినను, $m_o/1 - \frac{v^2}{c^2}$ అను నిష్పత్తి ఒక నియత మూల్యము $m$ ను స్వీకరించునని గణితశాస్త్రరీతిని రుజువు చేయవచ్చును. ఈ నియతమూల్యమునే ఫోటాన్ ద్రవ్యరాశి అనవచ్చును.

మే. వ. న.

**కాడ్మియమ్ :** పరమాణ్వంకము 48 ; సంకేతము Cd; ధాతు మూలద్రవ్యము. పరమాణుభారము 112·41. 1817లో స్ట్రోమెయర్ (జర్మను) కాడ్మియమ్ ఉనికిని కనుగొన్నాడు.

కాడ్మియమ్ ఎప్పుడును జింకుఖనిజములలో కలసిదొరకును. గ్రీనాకైట్ లేదా కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ (CdS) దీని ప్రత్యేకఖనిజము ; కాని ఇది చాలఅరుదుగా దొరకును. వాస్తవికముగా కాడ్మియమ్‌ను అపురూప ధాతువుగనే పరిగణించవలెను.

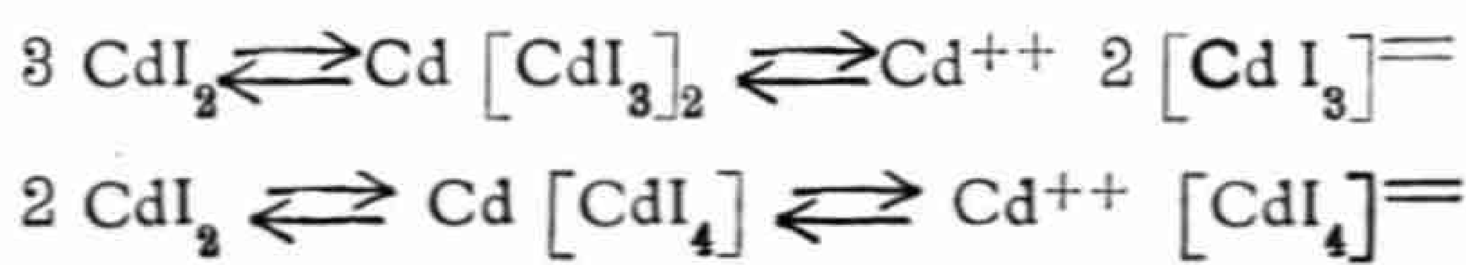
ధాతుసాధన : జింకు ధాతుసాధనలో స్వేదనప్రక్రియయందు సంగ్రాహకములలో ఘనీభవించబడిన మొదటి జింకు చూర్ణభాగములో కాడ్మియమ్ కలసియుండును. ఇందులో కాడ్మియమ్‌ధాతువు దాని ఆక్సైడ్ రూపమున జింకుఆక్సైడ్‌తోకూడ కలిసియుండును. ఈ చూర్ణమును నేల బొగ్గుపొడితో కలిపి మరల బాష్ప స్వేదనము కావింతురు. 800°C-900°C మధ్య కాడ్మియమ్ సంగ్రహించబడును. ఈ తాపక్రమమితిలో జింకు ఆక్సీహరించబడుట గాని, బాష్పీభవించుటగాని జరుగదు. అందువలననే కాడ్మియమ్ శుద్ధముగా లభ్యమగును.

ధర్మములు : కాడ్మియమ్‌ధాతువు చూచుటకు జింకువలె తెల్లగా ఉండును. ఇది మెత్తటిధాతువు. గాలిలో మెల్లగా ఆక్సీభవించి ధాతువుపై ఆక్సైడ్‌పొర ఒకటి ఏర్పడును. విశిష్టగురుత్వము 8·64 ; ద్రవాంకము 321°C ; క్వథనాంకము 767°C ; కాడ్మియమ్‌కు సహజంగాదొరకు ఎనిమిది సమస్థానీయము (ఐసోటోప్)లు కలవు : 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116. తగరము, సీసము, బిస్మత్తు ధాతువులతో చాలతక్కువ తాపక్రమములో ద్రవీభవించు ధాతుమిశ్రములను ఇచ్చును (చూ. బిస్మత్తు). దీని రసమిశ్రము వెస్టన్ ఘటములో ద్రవముగా ఆచరించును. జింకువలె ధాతువులకు పైపూతగాకూడ ఇది వాడుకలో నున్నది.

కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్ (పిశంగవర్ణము), కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్ (పసుపు) తప్ప తక్కిన కాడ్మియమ్ యౌగికము లన్నియు తదనుగుణములగు జింకు యౌగికముల పోలియుండును. కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్‌ను, ఆమ్లపరిసరములందు

కూడ దానిలవణములనుండి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువుచే అవక్షేపముగా పడయవచ్చును. జింకు సల్ఫైడ్ దీనికి విరుద్ధముగా ఆమ్లపరిసరములలో అవక్షిప్తముకాదు.

కాడ్మియమ్ అయిడైడ్ : రంగులేనిస్ఫటికములు, కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్‌పై హైడ్రాయిడిక్‌ఆసిడ్ (HI) చర్యవలన లభ్యమగును. ఇది నీటిలోనేగాక ఆల్కహాల్‌లో కూడ కరుగును. దీని జలద్రావణములలో ఇది స్వయంక్లిష్ట యౌగికములుగా ఏర్పడును.



$$3\,CdI_2 \rightleftharpoons Cd\left[CdI_3\right]_2 \rightleftharpoons Cd^{++}\ 2\left[CdI_3\right]^{=}$$

$$2\,CdI_2 \rightleftharpoons Cd\left[CdI_4\right] \rightleftharpoons Cd^{++}\ \left[CdI_4\right]^{=}$$

(చూ. జింకు వర్గము.) కె. ఎస్.

**కానిజారో, స్టానిస్లావ్** (1826-1901): ఇటలీ దేశపు రాసాయనికుడు - పెలెర్మో నగరములో జననము. సిసిలీ విప్లవములో పాల్గొనుటచే మార్సేనగరమునకు పారిపోయి 1849 లో పారిస్ చేరికొనెను. అక్కడ షెవ్రూల్ వద్ద శిష్యుడుగా చేరి సైనమైడ్ అను ద్రవ్యమును 1851 లో తయారుచేసెను. ఆ ఏటనే ఆలిగ్జాండ్రియా జాతీయ కళాశాలయందు భౌతికరాసాయనికశాస్త్రా ధ్యాపకుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఇచ్చటనే తన పేరును మోయుచున్న రాసాయనిక్రియ (క్షారసన్నిధిని కొన్ని ఆల్డిహైడ్‌లు ఆసిడ్‌లుగ, ఆల్కహాల్‌లుగ విఘట్టనను చెందుట)ను కనుగొనెను. 1871 లో పెలెర్మో యూనివర్శిటీయందు రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యపీఠమును అధిష్ఠించెను. ఇచ్చటనే తన శిష్యులకు రాసాయనికశాస్త్రమును కరపుటకై సుంటోడియాన్ కోర్స్‌డిఫిలాసోఫియా కిమికా (1858) అను గ్రంథములో తొలిసారి విశదముగ పరమాణుభార, అణుభార భావముల కున్న వ్యత్యాస సంబంధముల వివరించి పరమాణు భార నిశిత నిర్ణయమునకు దోహద మొనరించెను. మే. వ. న.

**కామర్‌లింగ్, హైకె ఆనెస్** (1853 - 1926): డచ్ భౌతిక విజ్ఞాని. గాటింజన్ హైడిల్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి లీడెన్ విద్యాసంస్థలో భౌతికశాస్త్రాచార్య పదవిని 1882లో స్వీకరించెను. నాటి నాగరిక ప్రపంచములో ఎక్కడనులేని శైత్యోత్పాదక శోధనాగారమునొకదానిని లీడెన్ నగరములో నెలకొల్పి అత్యల్ప తాపక్రమములలో వస్తువుల భౌతిక ధర్మములను గురించి అనేక పరిశోధనలను గావించెను. హీలియమ్‌వాయువును తొలిసారిగా ద్రవీభవింపచేసి పరమమానమున 1° తాపక్రమమును సాధించగలిగెను. ఈయన 1913లో నోబెల్ బహుమానమును అందుకొనెను. మే. వ. న.

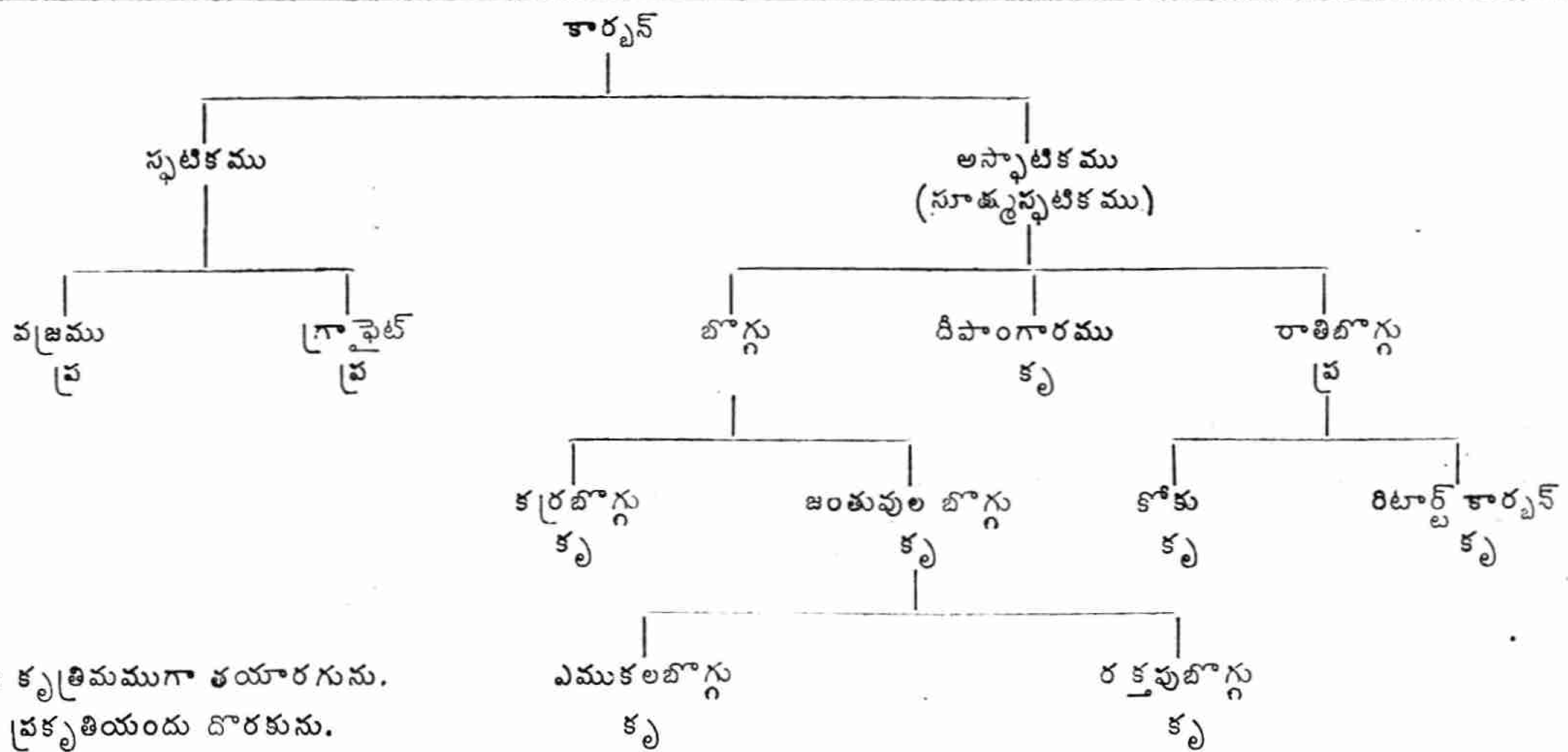
**కార్బన్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; అధాతు స్వభావము కలది. పరమాణ్వంకము 6; సంకేతము C; పరమాణుభారము 12.011. అనాదినుండియు మానవునికి తెలిసిన మూలద్రవ్యములలో కార్బన్ ఒకటి. దీనినే 'అంగారము' అని అందురు. ఇది ప్రకృతియందు విడిగాను, సంయోగస్థితిలోను లభించును. వజ్రము, గ్రాఫైట్, బొగ్గు, రాతిబొగ్గు, దీపపు మసి ఇవన్నియు కార్బన్ యొక్క భిన్న రూపములు. రాతినూనె, పెట్రోలియము, మురుగునీటి వాయువు, కార్బన్ డైఆక్సైడ్, చక్కెర, కార్బొహైడ్రేట్‌లు, ప్రోటీన్‌లు (మాంసకృత్తులు) ఇవన్నియు కార్బన్‌యొక్క యౌగికములే. జీవముల శరీరములందెల్ల ఈ మూలద్రవ్యము సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది. కార్బన్ యౌగికములు అసంఖ్యాకములగుటచేత వాటిని ఒక ప్రత్యేక శాఖగా కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రమున చేర్చి వివరించుట సంప్రదాయము.

కార్బన్‌యొక్క రూపాంతరములు : కార్బన్ స్ఫటిక రూపమునను, అస్ఫాటికరూపముననుకూడ ఉండును. 1. వజ్రము; 2. గ్రాఫైట్ స్ఫటికావస్థలోనున్న కార్బన్. అస్ఫాటికకార్బన్ ఐదు రకములుగ ఉండును: 1. కర్రబొగ్గు, 2. రాతిబొగ్గు, 3. దీపపుకొండి, 4. కోకు, 5. రిటార్ట్ కార్బన్. అస్ఫాటికకార్బన్, అస్ఫాటిక కార్బన్ రూపములన్నియు X-కిరణముల పరిశోధన ఫలితముగ సూక్ష్మ స్ఫటికమయములని తెలిసినది. కార్బన్‌రకములలో కొన్ని ప్రకృతియందు విరివిగా దొరకును; కొన్ని కృత్రిమముగ తయారగుచున్నవి. వీటిలో దీపాంగారము, బొగ్గు, నేలబొగ్గు పారిశ్రామికముగా ముఖ్యమైనవి.

దీపాంగారము : ముఖసౌందర్యమునకై కండ్లకు దిద్దు కాటుకను తయారుచేయుట మనపూర్వులు ఎరుగుదురు. వాణిజ్యపద్ధతియందు ఇది అధికముగా తయారగును. కర్పూరతైలము, తారు, రాతినూనె మున్నగు ద్రవ్యములలో కార్బన్ పాలు హెచ్చుగానున్నది. వీటిని స్వల్ప పరిమితమైన గాలిలో మండించి ఆ పొగను దుప్పట్లు వ్రేలగట్టినగదిలోనికి పంపుదురు. దుప్పట్లపై పొగపారి దీపాంగారము కుదుటపడును దుప్పట్లను దులిపి దీపాంగారము ప్రోగుచేసి మరయందు సన్నగా విసిరి తయారుచేయుదురు. అచ్చువేయు సిరా, పాలిష్‌లు, బూట్‌పాలిష్‌లు, రబ్బరు టైర్లు తయారు చేయుటయందు దీపాంగారము చాల ఉపయోగపడును.

బొగ్గు : బొగ్గునందు రెండు రకములు కలవు. 1. ద్రుమాంగారము, 2. జంతుఅంగారము. కలపను పరిమిత వాయువులో మండజేసిన అది ద్రుమాంగారముగ మారును.

### కార్బన్ రకముల వర్గ విభజనము




ఇంటియందు వంటకుపయోగించుబొగ్గు ఇదియే. బొగ్గు బస్సులకుకూడ ద్రుమాంగారమునే వాడుదురు. రక్తమును గాని, ఎముకలనుగాని, మూసిన బకయంత్రములో ఉంచి కాల్చినచో రక్తపుబొగ్గు లేదా ఎముకలబొగ్గు తయారగును. ఈ కార్బన్‌కు అమితమగు అధిచూషణగుణము ఉండుటవలన ఇదికూడ వాణిజ్యరీతిని తయారగుచున్నది.

అస్ఫాటికకార్బన్ తేలికగనుండును. ఇది వాయువులను, ద్రవములనుకూడ అధిచూషించును. తయారుచేయు విధమునుబట్టి దీని అధిచూషణశక్తి మారుచుండును. రంగుగల పానకమునుండి రంగును తీసివేయుటకు జంతువుల బొగ్గును వాడుటకు దీని అధిచూషణశక్తియే కారణము. ఉత్తేజితమయిన బొగ్గులో కూడ అధిచూషణశక్తి చాల ముఖ్యగుణము. ద్రుమాంగారము ఇంధనముగా ఎక్కువ పనికివచ్చుటయే కాక తుపాకిమందు తయారు చేయుటయందును, దుర్గంధముల నిర్మూలించుటకును, నీటిని శుభ్రపరచుటకును, శూన్యమును నిర్మించుటకును, ధాతుసాధనయందును, వైద్యమునందును ఉపయోగపడును. ఎముకబొగ్గును వాణిజ్యమున ఐవరీబ్లాక్ అను పేరుతో అమ్ముదురు. విచూషణశక్తి ఎక్కువగల ఉత్తేజితమైనబొగ్గును విషవాయువులనుహరించు కవచములలోను, పంచదార, నూనె వీటిని శుభ్రపరచుటలోను వాడుదురు.

వజ్రములు : ఆభరణములందు అనాదినుండియు ఉత్కృష్టముగా ఎన్నబడుచున్నది వజ్రము రమ్యమగుటచేతను, మార్పునుచెందనిది అగుటచేతను వజ్రమును మణులలోనెల్ల గొప్పదిగ గణింతురు. ప్రకృతియందు స్వాభావికముగా దొరకిన వజ్రము చూచుటకు మబ్బుబారిన గుండ్రని చెకుముకిరాతివలె ఉండును. దీనిని కోసి పలకలుతీర్చి మెరుగుపెట్టినపిమ్మట దీనియందు కాంతి మెరుపు ఉద్భవించును. ఈ సానపెట్టుటయందు వజ్రములో ఇంచుమించు సగముభాగము నశించును. ఇండియా, బ్రెజిల్, దక్షిణాఫ్రికా, యునైటెడ్‌స్టేట్స్, ఆస్ట్రేలియా, బోర్నియో దేశములలో వజ్రములు దొరకును. కోహినూర్, గ్రేట్ మొగల్, ఆర్లాఫ్, రీజెంట్ మున్నగు ప్రసిద్ధిగాంచిన ప్రాచీన వజ్రములు ఇండియాలో దొరకినవే. దక్షిణాఫ్రికాలో దొరకిన 'కుల్లినన్' వజ్రములలోనెల్ల పెద్దది. దొరకినప్పుడు $1\frac{1}{4}$ పౌనులుఉండి, సానపెట్టినవెనుక 800 కేరట్*లు ( = 0.36 పౌను) తూగెను. దీనివిలువ 1,00,000 బ్రిటిష్ పౌనులు.

ఏమాత్రమును రంగులేని, నిర్మలమైనవజ్రముల వెల ఎక్కువ. నీలి, ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, బూడిదవర్ణము, నలుపు రంగులు కల వజ్రములుకూడ కలవు. చాల వజ్రములకు కొంత పసుపురంగు సోకును. వజ్రపు సాంద్రత 3·514 నుండి 3·518 వరకు ఉండును. వజ్రమునకు కాఠిన్యము వక్రీభవన గుణకము అన్యస్ఫటికములకన్న చాలఎక్కువ. దీని కాఠిన్యత 7; వక్రీభవనగుణకము 2 4; వజ్రమును కోయుటకు వజ్రమునే ఉపయోగించవలయును. X-కిరణములు వజ్రముగుండా ప్రసరించును. కృత్రిమవజ్రములు (ఇమిటేషన్ డైమన్‌డ్స్) అనబడు గాజుముక్కలు వజ్రములవలె అగపడినను X-కిరణములను చొరనీయవు. ఈవిధమున కృత్రిమ

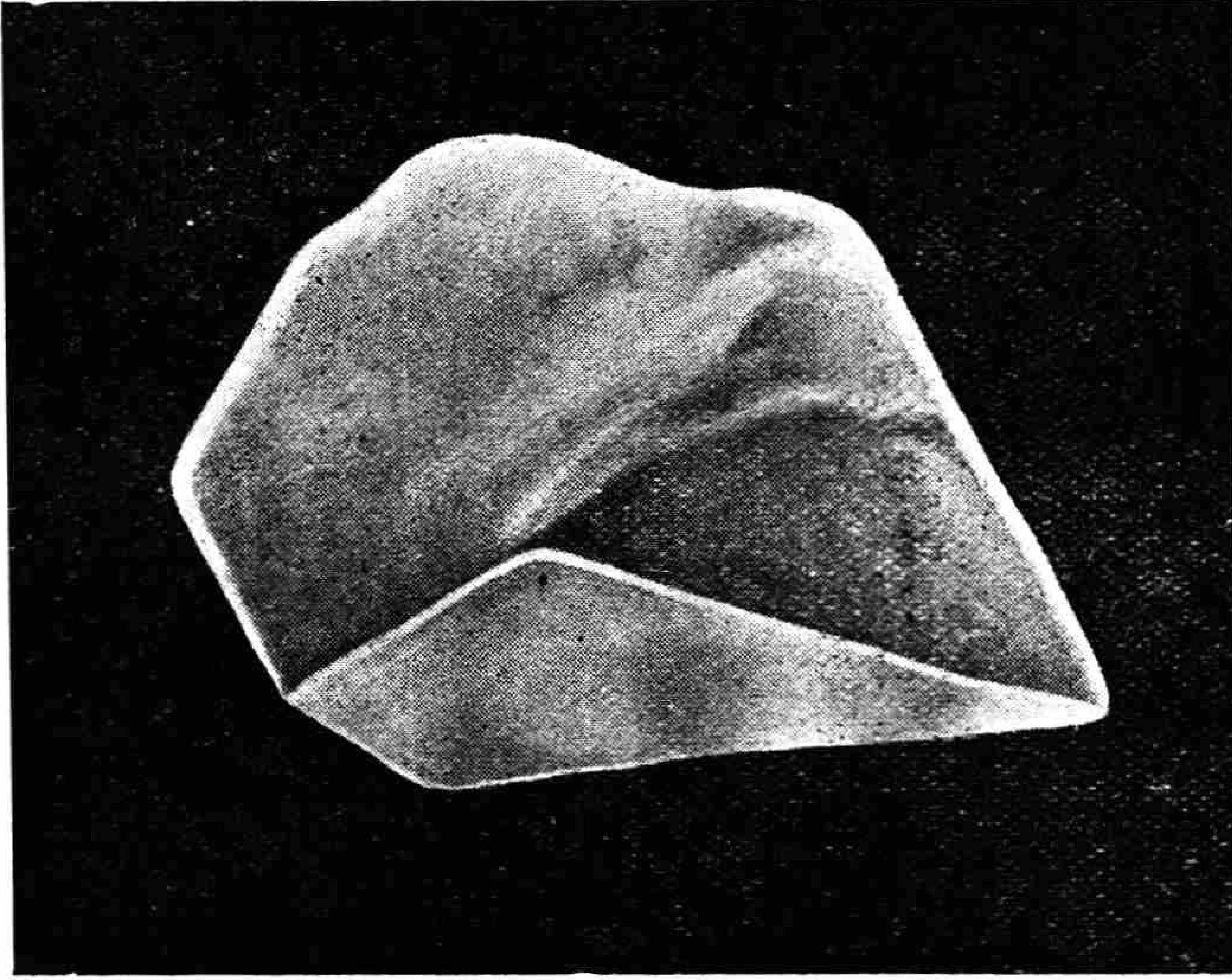
* కేరట్ : రవ్వలతూకములో ఉపయోగించు మానప్రమాణము ; ఒక కేరట్ అనగా 200 మిల్లీగ్రాములు బరువు.

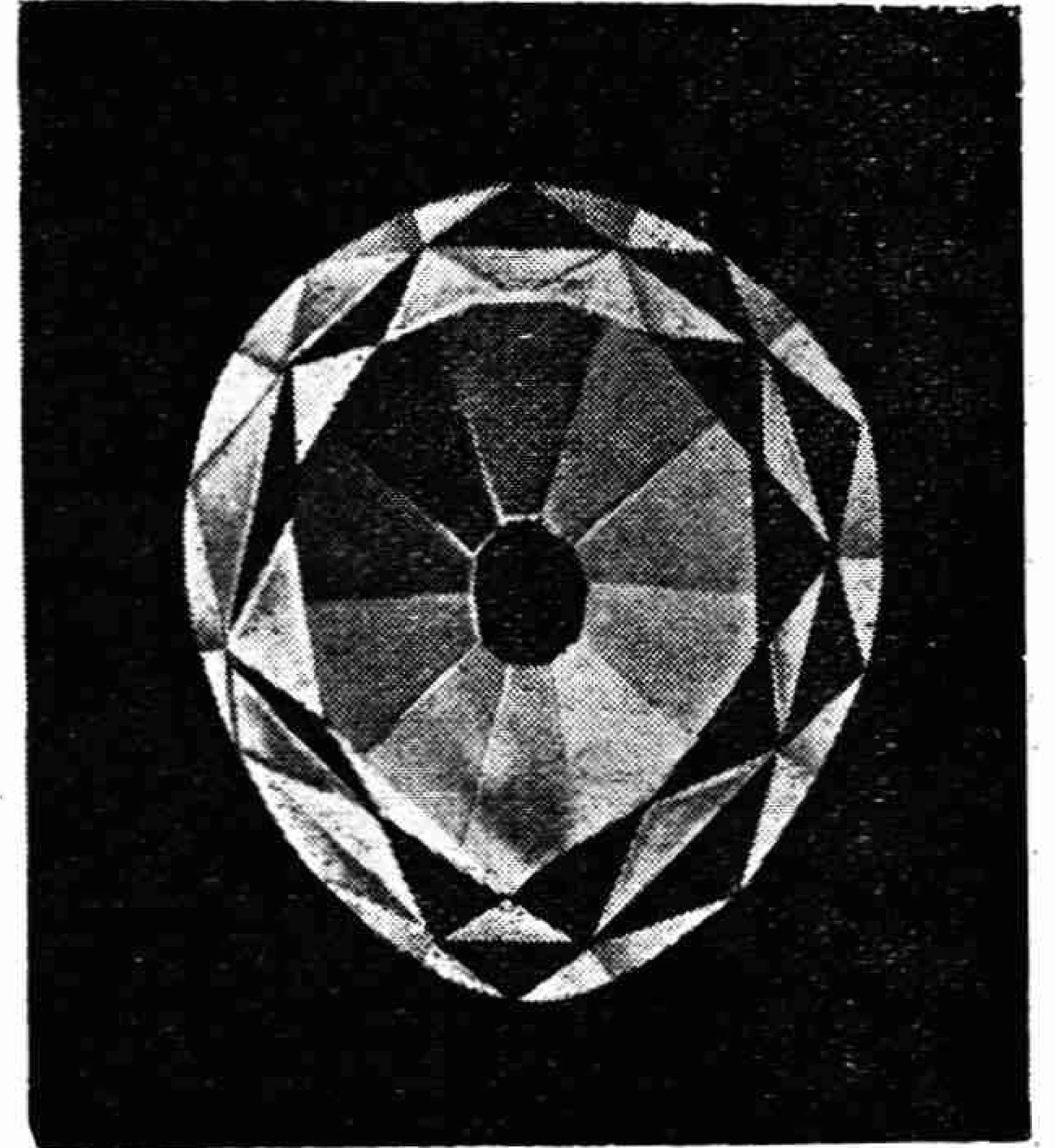
వజ్రములను కనుగొనవచ్చును. గాలిలో కాల్చినచో నలుపుగామారి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌గా మారును.

కృత్రిమముగా వజ్రముచేయుట చాలకష్టము. ఈవిషయమై తొలుత 'మ్వాసాన్' చాల ప్రయత్నించెను. చక్కెర కార్బన్‌ను శుద్ధమైన ఇనుముతో ఒకమూసలో కరగించి, అమితమైనవేడియందున్న ఆ ఇనుముద్రవమును (4000°C.) తటాలున కరగిన సీసపుద్రావకములో ముంచి చల్లార్చెను. చల్లార్చునపుడు ఘనీభవించిన ఆ ఇనుపముక్కలో అపరిమితప్రేషము ఉద్భవించి ఇనుముతో కరగిన కార్బన్ కొంత చిన్న చిన్న వజ్రపుముక్కలుగ మారినదని 'మ్వాసాన్' అనుకొనెను. కాని అతను సాధించినది గ్రాఫైట్‌స్ఫటికములుగాని వజ్రస్ఫటికములు కావని ఇటీవల తెలిసినది. వజ్రము మణివలె ఆభరణములందు ఉపయోగపడుటయేగాక గాజునుకోయుటయందును, కఠినమైనరాతిని దొలుచుటయందును, మణులకు మెరుగు పెట్టుటయందును ఉపయోగపడును.

గ్రాఫైట్‌గనులు ఇండియాలోను, సిలోన్‌లోను కలవు. ఆసియామైనర్, తూర్పుసైబిరియా, యునైటెడ్‌స్టేట్స్, కెనడా, మెడగాస్కర్, జర్మనీ, మెక్సికో, రష్యా ప్రదేశములలోకూడ గ్రాఫైట్‌గనులు కలవు.

గ్రాఫైట్ కృత్రిమముగకూడ తయారగుచున్నది. బొగ్గు లేదా కోకును ఇసుకతోగాని, త్రుప్పు లేదా ఐరన్‌ఆక్సైడ్‌తోగాని 24 నుండి 30 గంటలకాలము విద్యుత్ కొలిమిలో అత్యధిక తాపక్రమములో కాల్చినచో గ్రాఫైట్ ఏర్పడును. ఈవిధముగ నయాగరాయందు గ్రాఫైట్ తయారగుచున్నది.





వజ్రము ప్రకృతియందు దొరకునప్పటిరూపము. 1 వ పటము : దీనినే సానపెట్టి పలకలుగాకోసినప్పటిరూపము.

గ్రాఫైట్ : 'లెడ్ పెన్సిలు' అనుపేరుగల వ్రాతపరికరములోనున్న ద్రవ్యము సీసముకాదు; గ్రాఫైట్. దీని సన్నని సుద్దమట్టిజిగురు, నీటితోకలిపి సన్ననికడ్డీలుగా తయారుచేసి పచనముచేయుదురు. అటుపైన ఈ కడ్డీలను కర్రచెక్కలతో కప్పి పెన్సిలుఆకృతి ఇత్తురు. గ్రీక్ భాషయందు 'గ్రాఫో' అనుమాటకు 'నేను వ్రాయుదును' అని అర్థము. ఈమాటనుండి గ్రాఫైట్ అను పేరు దీనికి లభించినది.

గ్రాఫైట్ గాఢమగు బూడిదవర్ణముతో మెరయుచున్న పలుచనిరేకులుగ నుండును. దీని సాంద్రత 2 నుండి 3 వరకు దొరకినచోటునుబట్టి మారుచుండును. వజ్రముకన్న దీని కాఠిన్యము తక్కువ. దీనితో కాగితముమీద గీచిన నల్లని గుర్తుఏర్పడును; వేడికి ఇది కరుగదు. ఆక్సిజన్‌యందు ఎక్కువగ కాల్చిన కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌గా మారిపోవును.

పెన్సిళ్లు, విద్యుదగ్రములు, విద్యుత్‌కొలుములు, నిరార్ద్రవిద్యుద్ఘటములు, మూసలు మొదలయినవి తయారు చేయుటయందు గ్రాఫైట్ ఎక్కువగ ఉపయోగపడుచున్నది. దీనిని యంత్రముల ఇరుసులకు కందెనగ వాడుదురు. ఇనుప సామానులు త్రుప్పుపట్టకుండుటకు గ్రాఫైట్‌ను వాటిపైన పూయుదురు. ఇనుమును పోతపోయు కర్మాగారములయందు గ్రాఫైట్ చాల అవసరము. విద్యున్ముద్రణమందును దీని నుపయోగింతురు.

**రాసాయనికధర్మములు :** వజ్రము, గ్రాఫైట్, బొగ్గు, ఈ మూడును ఒకేజాతి మూలద్రవ్యములని రాసాయనికముగా రుజువుచేయవచ్చును. సమానరాశులలో ఈమూడు ద్రవ్యములను తీసికొని ఆక్సిజన్ సంయోగింపచేసిన ఈ మూడును సమానరాశుల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు నిచ్చును. ఆక్సిజన్‌తో కార్బన్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ($CO_2$), కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (CO) అను రెండు యౌగికముల నిచ్చును.

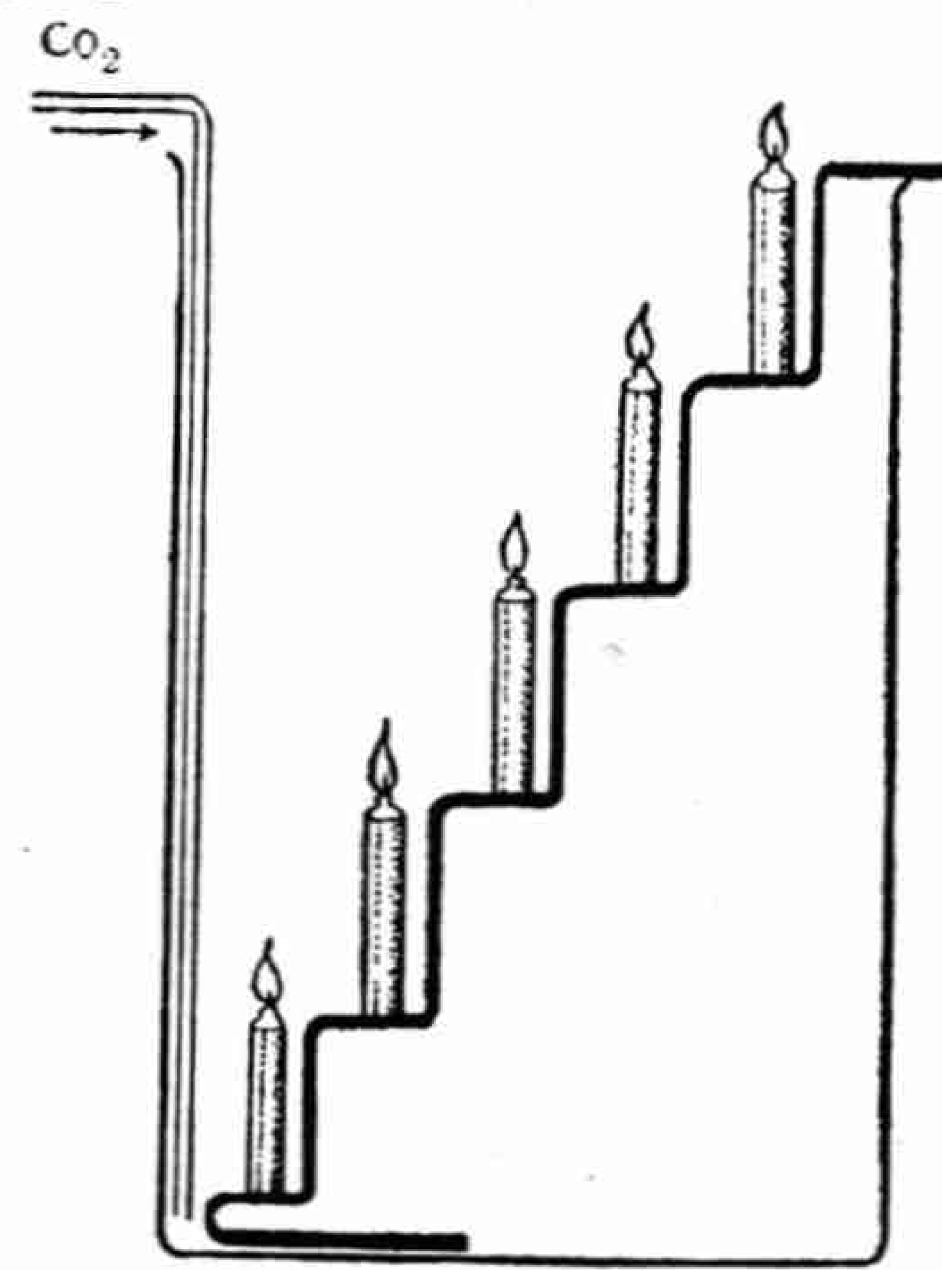
**కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ :** దీనినే బొగ్గుపులుసు వాయువు అని కూడ వ్యవహరించుట కద్దు. పైని చెప్పినట్లు ఏరకపుకార్బన్ అయినను ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించినపుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. కర్రలు మొదలగు కార్బన్ యౌగికములు గాలిలోమండునపుడుకూడ ఈ వాయువు జనించును. గంజీ, పంచదార పానకము సారాయిగా మారుప్రక్రియల (కిణ్వప్రక్రియ)లో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ విడుదలయగును. ప్రాణుల నిశ్వసితవాయువులో ఇది ఎక్కువగ నుండును. గాలిలో ఇది రమారమి 0.03% ఉండును. కార్బొనేట్ లరూపమున ఇది అనేకఖనిజములందు ఉండును. మాగ్నసైట్ ($MgCO_3$), కాల్సైట్ ($CaCO_2$), విదరైట్ ($BaCO_3$), సెరుసైట్ ($PbCO_3$), అజురైట్ [$CuCO_3$, $Cu(OH)_2$], మాలకైట్ [$CuCO_3$, $2Cu(OH)_2$] అనునవి కార్బొనేట్ ఖనిజములలో ముఖ్యమైనవి.

**విరచనా విధానము :** కిప్పుపరికరమునందు, మధ్యగోళములో చలువరాతిముక్కలను ఉంచి పై గోళముయొక్క ముఖద్వారముగుండా హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను పోసినచో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు అపరిమితముగా లభ్యమగును (చూ. హైడ్రోజన్).



$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

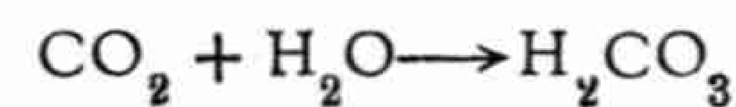
**భౌతికధర్మములు :** కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాసన, రంగు లేని వాయువు; గాలికన్న బరువు; నీటివలె దీనిని ఒక పాత్రలోనుండి ఇంకొకదానిలోనికి పోయవచ్చును. ఈ విషయమును క్రింది ప్రయోగముద్వారా చక్కగ నిరూపించవచ్చును. ఒక పెద్ద బీకరులో మెట్లుమెట్లుగా వంచిన డబ్బారేకునొక దానిని అమర్చి, ప్రతి మెట్టుపై ఒకచిన్న క్రొవ్వొత్తినుంచి, వెలిగించవలయును (చూ. 2 వ పటము). ఇప్పుడు పైనున్న గొట్టముద్వారా కిప్పు పరికరమునుండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును పాత్రలోనికి పంపించినచో అడుగునుండి నీటిమట్టము క్రమముగా ఎక్కువగునట్లు, బీకరులోనికి వదలి పెట్టబడుచున్న కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ మట్టము క్రమముగా పెరుగుటను, క్రొవ్వొత్తులు క్రమముగా క్రిందినుండి మీదికి ఆరిపోవుటచే గుర్తించవచ్చును. ఈ మంటనార్పుగుణమే, అగ్నినిర్వాపకము (చూ. అగ్నినిర్వాపకములు ; పు. 124) లలో దీనిని జనింపజేయు ద్రవ్యములతో నింపుటకు కారణము. ఇది నీటిలో గాలి కన్న ఎక్కువగా కరుగును. హెన్రీ నియమము ప్రకారము ఒత్తిడి ఎక్కువైనకొద్ది నీటిలో ఎక్కువగా విలీనము చేసినపుడు సోడా వాటరు తయారగును. 31°C దిగువను కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను 77 వాతావరణల ప్రేషములో అదిమి సులభముగా ద్రవీకరించ వచ్చును.




2వ పటము. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్

ఈ ద్రవీభూత వాయువును ఆవిరిగా పోనిచ్చినపుడు ఆవిరియగుటకు వలయు ఉష్ణతను ద్రవమునుండి తీసికొనుటచే ద్రవముఉష్ణతను కోలుపోయి ఘనమగును.ఈ ఘనద్రవ్యము ఈతర్ ద్రవముతో కలిపి −100°C వరకు శైత్యమును సంపాదించవచ్చును.

**రాసాయనిక ధర్మములు .** ఇది మండునట్టిగాని, మంటను పోషించునట్టిగాని వాయువుకాదు. దీని జలద్రావణమునకు స్వల్పముగా ఆమ్లగుణము కలదు. నీలి లిట్మసును ఎర్రగా చేయగలదు. అందువలన ఈ ద్రావణమునకు కార్బానిక్ ఆసిడ్ అని పేరు :



$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

కార్బానిక్ ఆసిడ్

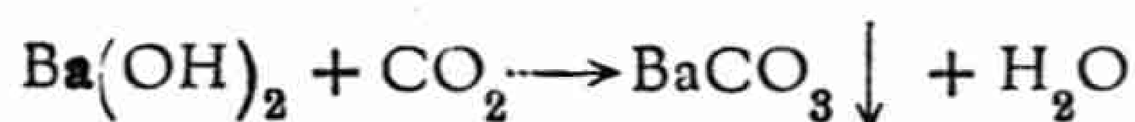
ఈ ఆమ్లాణువులో స్థానచ్యుతినిపొందగల రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉండుటచే, ఇది ద్విపదామ్లము: బైకార్బొనేట్ లు(ఆసిడ్ కార్బొనేట్ లు), సాధారణకార్బొనేట్ లు (నార్మల్ కార్బొనేట్ లు) అను రెండు తరగతుల లవణములను ఈయకలదు ; సున్నపుతేటతో ఈ వాయువు కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌ను అవక్షేపముగా ఇచ్చును :



$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

ఈ ప్రక్రియ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును గుర్తించుటకు మంచి సాధనము. ఇంతకంటె చురుకుగా బేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ఈ వాయువుతో బేరియమ్‌కార్బొనేట్

అవక్షేపమును ఇచ్చును. ఈ ప్రక్రియకూడ కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉనికిని తెలియచేయుటకు. చక్కటి శోధకము :



$$Ba(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2O$$

దీని సోడియమ్, పొటాసియమ్, అమోనియమ్ లవణములు తప్ప తక్కిన ధాతులవణము లన్నియు నీటిలో కరుగవు. దీని ఆల్కలిలవణములలో ఆమ్లముకన్న క్షార మెక్కువ బలము కలదగుటచే, ఆ లవణములు జలద్రావణములలో జలవిశ్లేషమునుచెంది ద్రావణమునకు క్షారగుణమును అబ్బచేయును. నీటిలో కరుగునవి, కరుగనివి కార్బొనేట్‌లు అన్నియు ఆమ్లములచే విచ్ఛేదనమును పొంది, కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను విడుదలచేయును. క్రింది సాంకేతికములు '$MCO_3$'లో '$M$' అనగా Ba, Ca మొదలగునవి :



$$MCO_3 + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + CO_2 + H_2O$$

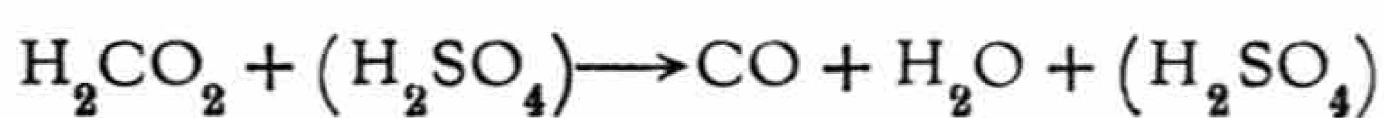
పరిశ్రమలలో కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువు చాల ఉపయోగపడుచున్నది. సోడావాటరు తయారుచేయుటయందు, అగ్నినిర్వాపక సాధనములందు, ఉక్కును గట్టిపరచుటయందు, పంచదార పరిశ్రమయందు, శీతలీకరణ విధానములందు దీనిని మిక్కిలిగా వాడుచున్నారు.

**కార్బన్‌మోనాక్సైడ్ (CO):** కార్బన్ ఆక్సిజన్‌తో సాక్షాత్తుగా సంయోగించునప్పుడు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లభించును. కాని కార్బన్ మోనాక్సైడ్ లభ్యముకాదు. కాని కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను కాలుచున్న బొగ్గుపై పంపినపుడు ఆక్సీహరణకార్య ఫలితముగా కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఏర్పడును :

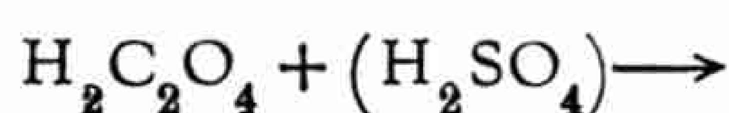


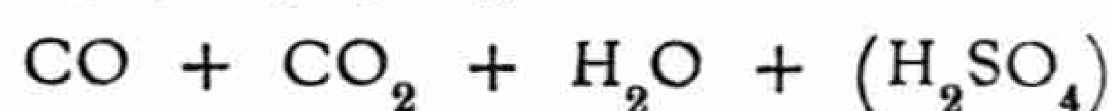
$$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$$

శోధనాగారములలో దీనిని ఫార్మిక్ ఆసిడ్ ($H_2CO_2$)ను గాని, ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ ($H_2C_2O_4$) నుగాని గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసి సాధించవచ్చును. ఈ రెండు ప్రక్రియలందును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ జలశోషకముగా ఆచరించును:



$$H_2CO_2 + (H_2SO_4) \longrightarrow CO + H_2O + (H_2SO_4)$$





$$H_2C_2O_4 + (H_2SO_4) \longrightarrow CO + CO_2 + H_2O + (H_2SO_4)$$

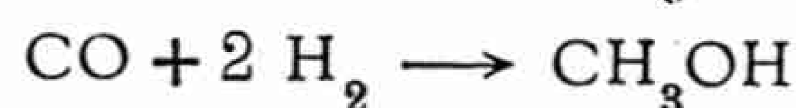
ఇందు కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌తోపాటు డైఆక్సైడ్ కూడ లభించును. ఈ వాయు మిశ్రమును కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముగల క్షాళనపాత్రద్వారా సంగ్రహించినచో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ క్షారములో లీనమై కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఒక్కటియే సంగ్రహించబడును.

భౌతిక ధర్మములు : కార్బన్ మోనాక్సైడ్ రంగు, రుచి, వాసన లేని విషవాయువు. ప్రాణులుపీల్చు గాలిలో 1% ఉన్నను ప్రాణాపాయకరము.

రాసాయనిక ధర్మములు : గాలిలో ఇది నీలిరంగుతో మండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరించబడును. వెలుగులో ఇది క్లోరిన్‌తో కలిసి ఫాస్జీన్ (కార్బొనిల్ క్లోరైడ్ = $COCl_2$)గా మారును. ఫాస్జీన్ కూడ విషవాయువు. 1914-18 యుద్ధమునందు ఈ విషవాయువును శత్రుసైన్యములపై జర్మనులు ప్రయోగించిరి.

కొన్నిధాతువులతో కార్బన్ మోనాక్సైడ్ సంయోగించి కార్బొనిల్‌లు అను యౌగికములు ఏర్పడును; నికెల్ కార్బొనిల్ $Ni(CO)_4$, ఐరన్ కార్బొనిల్ $Fe(CO)_4$, కోబాల్ట్ కార్బొనిల్ $Co(CO)_4$ మొదలైనవి.

పారిశ్రామికముగా దీనిని హైడ్రోజన్‌తోపాటు జలవాయువను పేర ఇంధనవాయువుగా తయారు చేయుచున్నారు. జింకాక్సైడ్, క్రోమికాక్సైడ్‌ల మిశ్రము యొక్క ప్రేరక ప్రభావమున కార్బన్ మోనాక్సైడ్ హైడ్రోజన్‌తో కలిసి మెతిల్ ఆల్కహాల్ నిచ్చును:

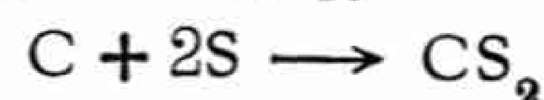


$$CO + 2\,H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

మెతిల్ ఆల్కహాల్

**కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్ ($CS_2$):** కార్బన్ డైఆక్సైడ్ రచనను పోలురచనగల కార్బన్, గంధక యౌగికము. పారిశ్రామికముగా ఉపయోగ్యమగు ద్రావములలో నొకటి ఇది. క్రొవ్వులను కరగించుటకు, గింజలనుండి నూనెను తీయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు.

కాలుచున్న బొగ్గుపై గంధకపు ఆవిరిని పంపినచో కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ఉత్పన్నమగును.



$$C + 2S \longrightarrow CS_2$$

మామూలుగా దీనికి అసహ్యమయిన వాసనకలదు. శుద్ధస్థితిలో దీనికింతచెడువాసన ఉండదు. మలినములవలన ఈ దుర్వాసన జనించునని రాసాయనికులు చెప్పుదురు.

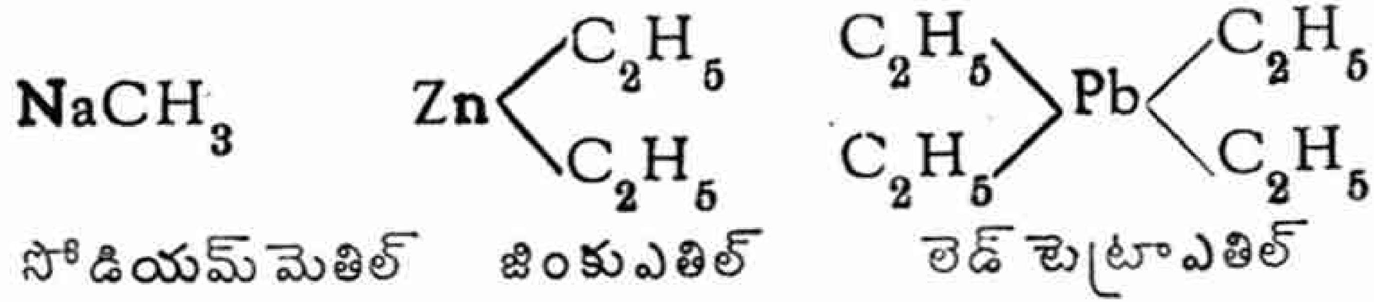
కార్బన్ డైసల్ఫైడ్‌కూడ చాల విషద్రవ్యము. కొంచెము వేడిచేసిన గాజుకడ్డీని దగ్గరకు తీసుకొచ్చిన మాత్రమున గాలిలో జ్వలించును. అందుచే జ్వలనప్రమాద మెక్కువగానున్నద్రవమిది. చాలజాగ్రత్తగా జ్వాలలనుండి దీనిని కాపాడవలయును. ఇది 46.25°C దగ్గర మరుగును. ఇది గంధకమునకు, భాస్వరమునకు, అయిడీన్‌కు, క్రొవ్వులకు మంచిద్రావము. మొక్కలకు సంభవించు చీడపురుగుల వలని ఉపద్రవమును దీనిని జల్లుటచే తొలగించవచ్చును. (చూ. కార్బన్ వర్గము ; పు. 272). పి. రా.

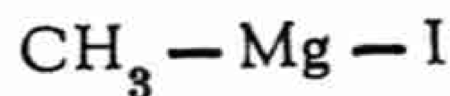
**కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ :** చూ. కార్బన్ ; పు. 260.

**కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ :** చూ. కార్బన్; పు. 261

**కార్బన్ ధాతు యౌగికములు :** ధాతు పరమాణువుతో దాని యోజనీయత ననుసరించి ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని ఆల్కిల్ గణములు సంయోగించినపుడు ఏర్పడు యౌగికములకు కార్బన్ ధాతు యౌగికములని పేరు.

ఉదా :



$CH_3 — Mg — I$

మగ్నీషియమ్ మెతిల్ అయొడైడ్

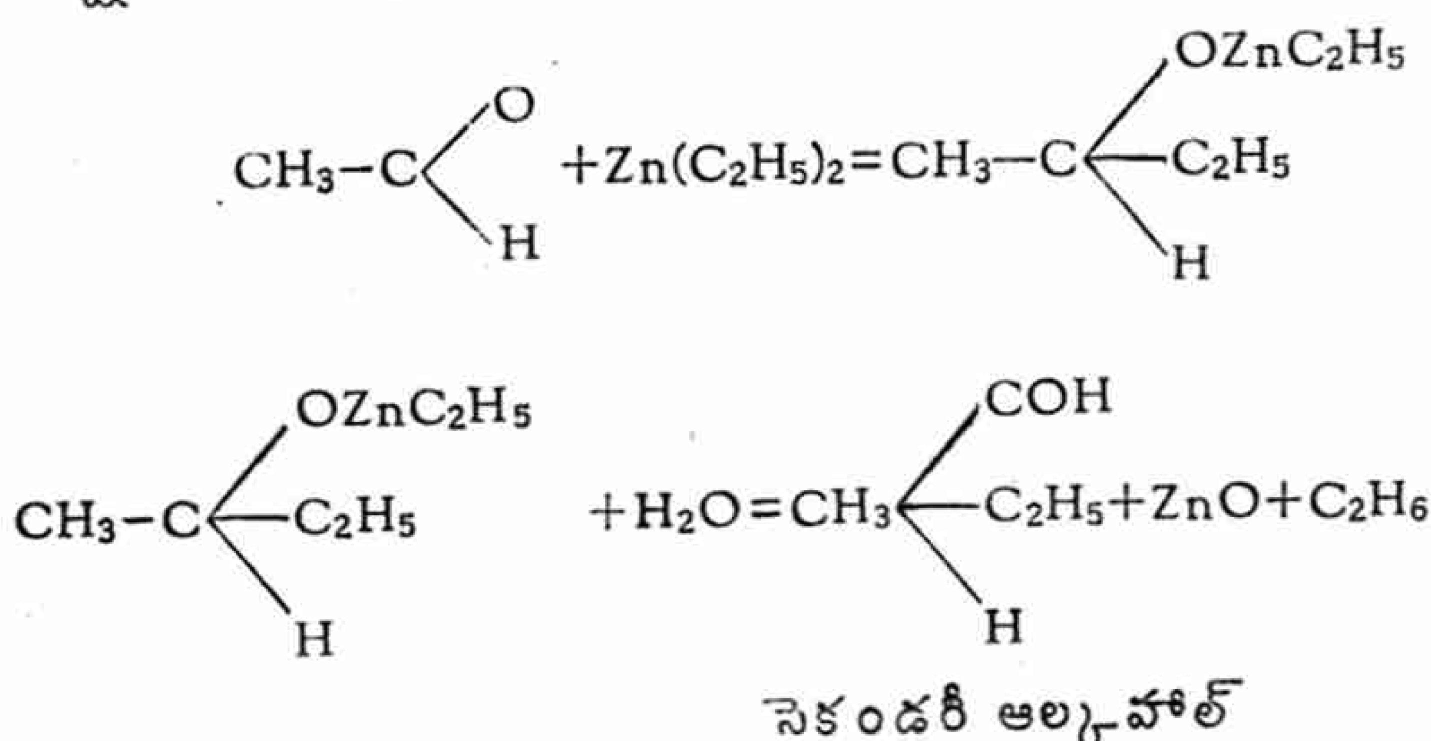
జింకు, ఆల్కిల్ యౌగికములు(1849లో ఫ్రాన్క్లాండ్ చే ఆవిష్కరింపబడినవి), మగ్నీషియమ్ ఆల్కిల్ హేలైడ్‌లు (విక్టర్ పాల్ గ్రీన్‌యార్డ్ అను ఫ్రెంచ్ రాసాయనికునిచే నిర్మించబడినవగుటచే వీటికి గ్రీన్‌యార్డ్ యౌగికములని పేరు వచ్చినది) ; ఇవి చాల ముఖ్యమైనవి.

ఈ యౌగికములు చాల చురుకైనవి అగుటచే అనేక సంయోజన ప్రక్రియలయందు వివిధములగు యౌగికములను నిర్మించుటకు హెచ్చుగా ఉపయోగపడును.

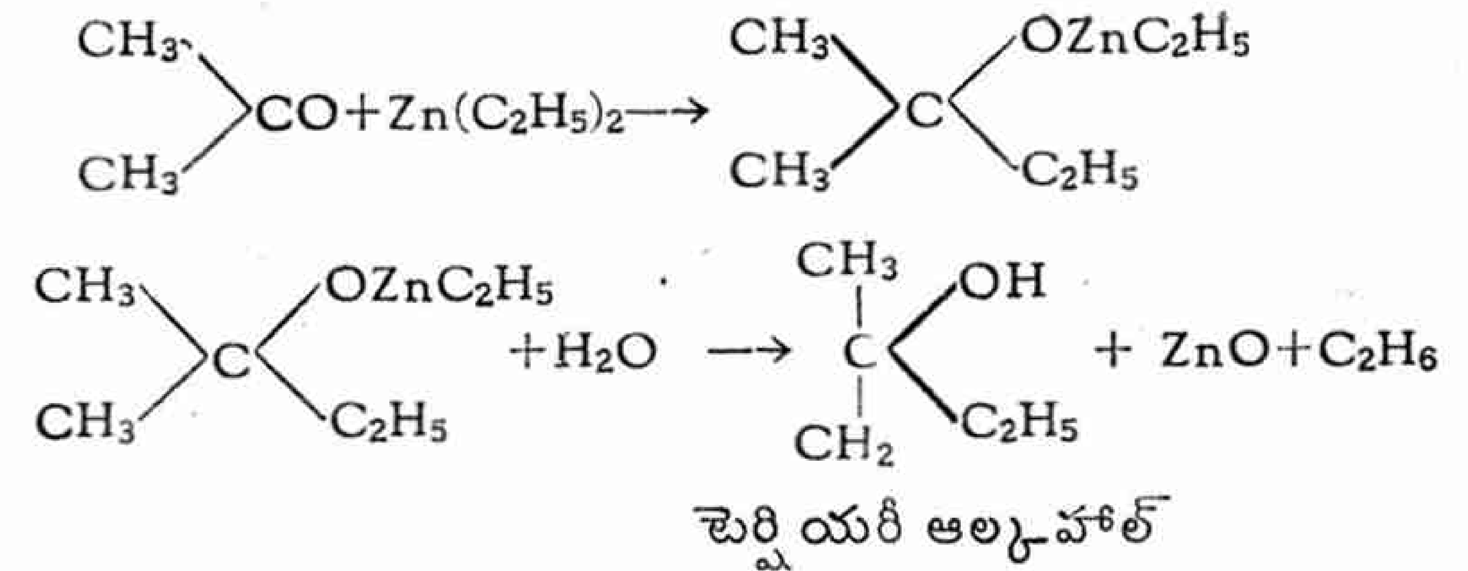
జింకు ఎతిల్ : తేమలేని కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ప్రవాహములో ఎతిల్ అయొడైడ్‌ను జింకు చూర్ణముతో వేడి చేసినచో జింకుఎతిల్ లభ్యమగును. ఇది రంగులేనిద్రవము (క్వథనాంకము = 118°C); గాలిలో దానంతటదియే మండిపోవును.

ఈయౌగికము, విడి హేలొజన్‌లు, నీరు, ఆల్కహాల్‌లు ఆల్కిల్ అయొడైడ్‌లు మొదలగు ఇతర యౌగికములతో చురుకుగా సంయోగించి అనేకవిధములగు ఫలితయౌగికములు ఏర్పడును.

జింకు ఎతిల్ పాల్గొను ముఖ్యమైన రాసాయనిక ప్రక్రియ కీటోన్‌లు, ఆల్డిహైడ్‌లవంటి ద్విధాబద్ధ ఆక్సిజన్ గల యౌగికములతో ప్రతికరించుట. ఈ ప్రక్రియలో ఆల్డిహైడ్‌ల నుండియు సెకండరీ ఆల్కహాల్‌లు, కీటోన్‌లనుండియు టెర్షియరీ ఆల్కహాల్‌లు ఏర్పడును :

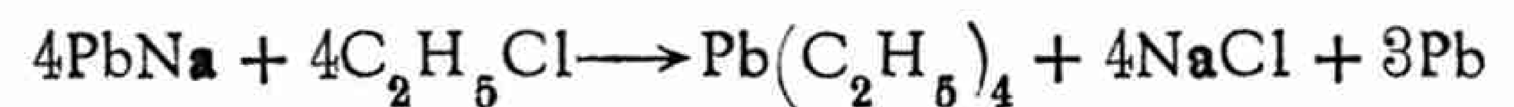



సెకండరీ ఆల్కహాల్




టెర్షియరీ ఆల్కహాల్

లెడ్‌టెట్రా ఎతిల్ : ఈ యౌగికము పెట్రోలుకు కలిపినపుడు మోటార్ ఇంజన్ కొట్టుకోకుండ సాఫీగా నడుచునని తెలిసిన తరువాత దీని పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యము ప్రారంభమైనది. సోడియమ్-సీసము ధాతుమిశ్రముతో ఎతిల్ క్లోరైడ్ ప్రతికరింపజేసి ఈ యౌగికము నేడు వ్యాపార సరణిలో విరివిగా తయారు చేయబడుచున్నది:

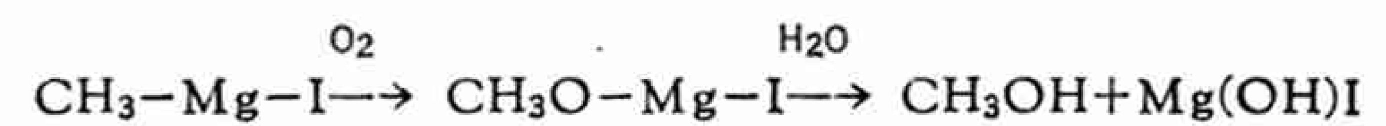


$$4PbNa + 4C_2H_5Cl \longrightarrow Pb(C_2H_5)_4 + 4NaCl + 3Pb$$

గ్రీన్‌యార్డ్ యౌగికములు : ఆల్కిల్ హేలైడ్‌పై మగ్నీషియమ్ చూర్ణముయొక్క ప్రత్యక్షచర్యచే గ్రీన్‌యార్డ్ లభ్యమగును. $Mg + RX = R — Mg — X$. ఇచ్చట $R$ అనునది $C_2H_{2n+1}$ వంటి ఆల్కిల్ గణముగాని, లేదా $C_6H_5$ వంటి అరిల్ గణముగాని కావచ్చును. $X$ హేలొజన్ పరమాణువునకు గుర్తు. ఈ పై ప్రక్రియలో ఆల్కిల్ హేలైడ్‌ను లేశము తేమలేని ఈతర్ లో ద్రావణముగాచేసి దానికి మగ్నీషియమ్ చూర్ణమును కలుపవలెను. ఈ యౌగికములు వాటంతటవి మండవు.

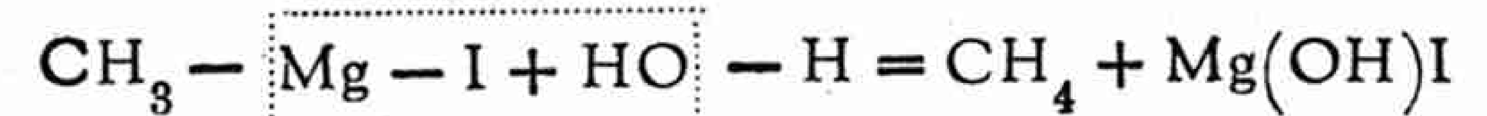
అత్యద్భుత రాసాయనిక ప్రవృత్తిగల ఈ యౌగికములు ఇతరయౌగికములతో ప్రతికరించు ప్రకారములు ఈ దిగువ చూపబడినవి. ఈ ప్రకారములన్నియు వేర్వేరు జాతుల కార్బన్ యౌగికముల రచనకు నిమిత్తములు.

1. ఇవి ఆక్సిజన్‌ని కబళించి, తరువాత నీటితో ప్రతికరించి ఆల్కహాల్‌లు ఏర్పడును:

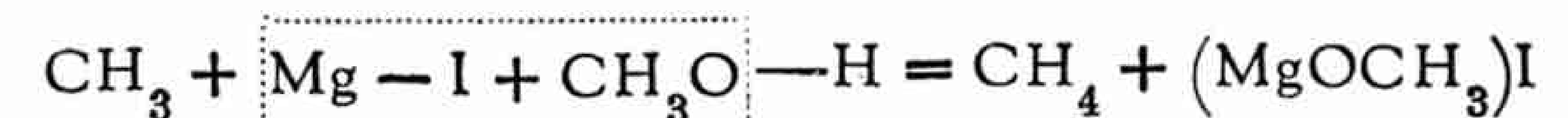


$$CH_3{-}Mg{-}I \xrightarrow{O_2} CH_3O{-}Mg{-}I \xrightarrow{H_2O} CH_3OH + Mg(OH)I$$

2. వీనిపై నీటియొక్కగాని, ఆల్కహాల్ యొక్కగాని చర్యవలన వీనిలోనుండు ఆల్కిల్ గణము హైడ్రోకార్బన్‌గా మారి వేరగును:

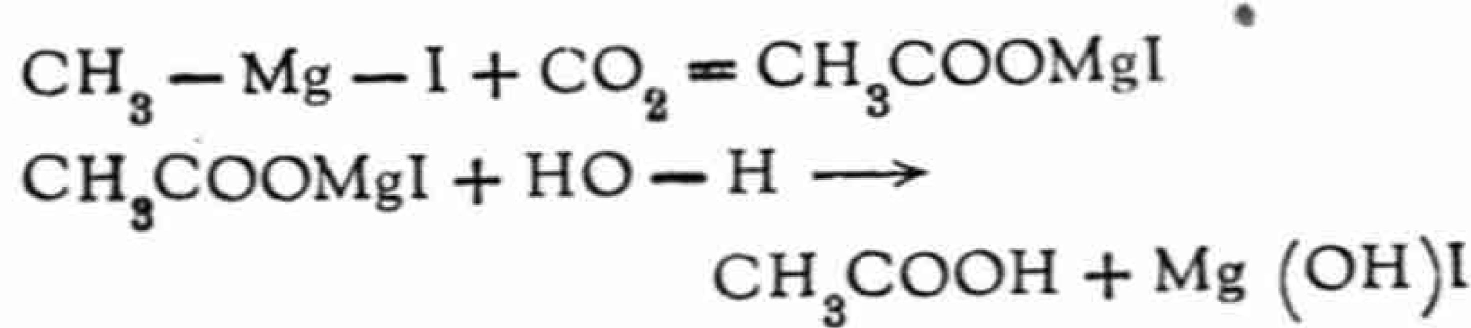


$$CH_3 — Mg — I + HO — H = CH_4 + Mg(OH)I$$

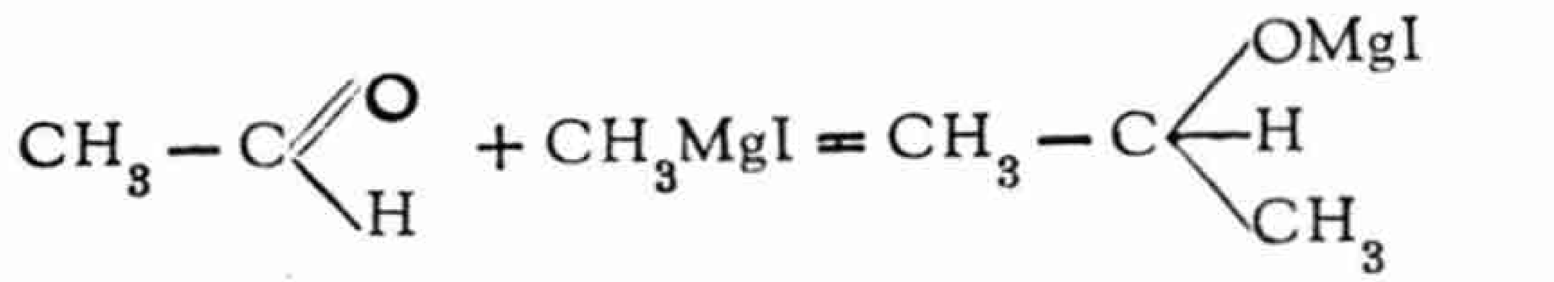


$$CH_3 + Mg — I + CH_3O — H = CH_4 + (MgOCH_3)I$$

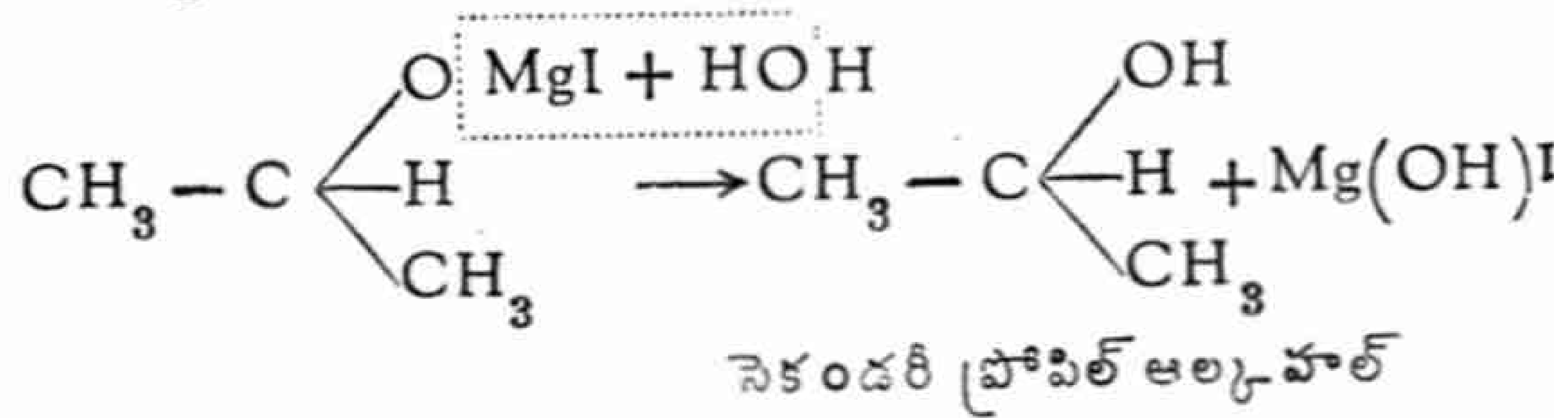
3. ఇవి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును విచూషించి, తరువాత నీటిచర్యచే ఆమ్లములుగా మారు యౌగికములను ఇచ్చును:



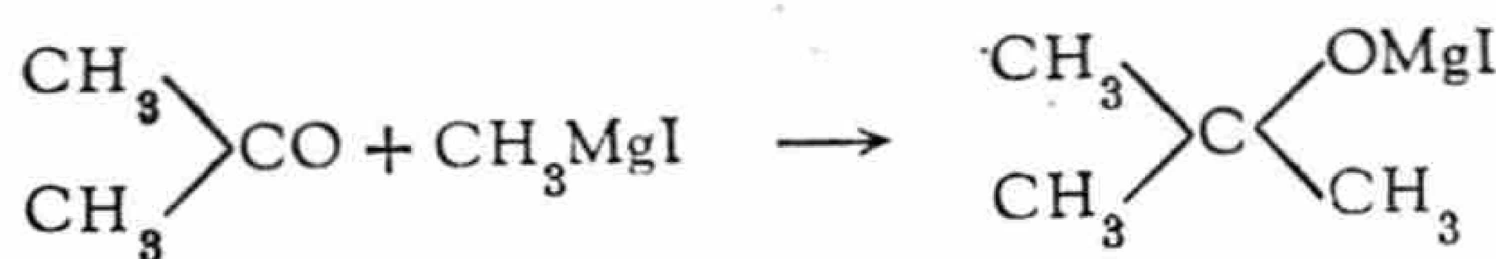
4. ఆల్డిహైడ్‌లను, కీటోన్‌లను ఇవి సెకండరీ, టెర్షియరీ ఆల్కహాల్‌లుగా మార్చగలవు:



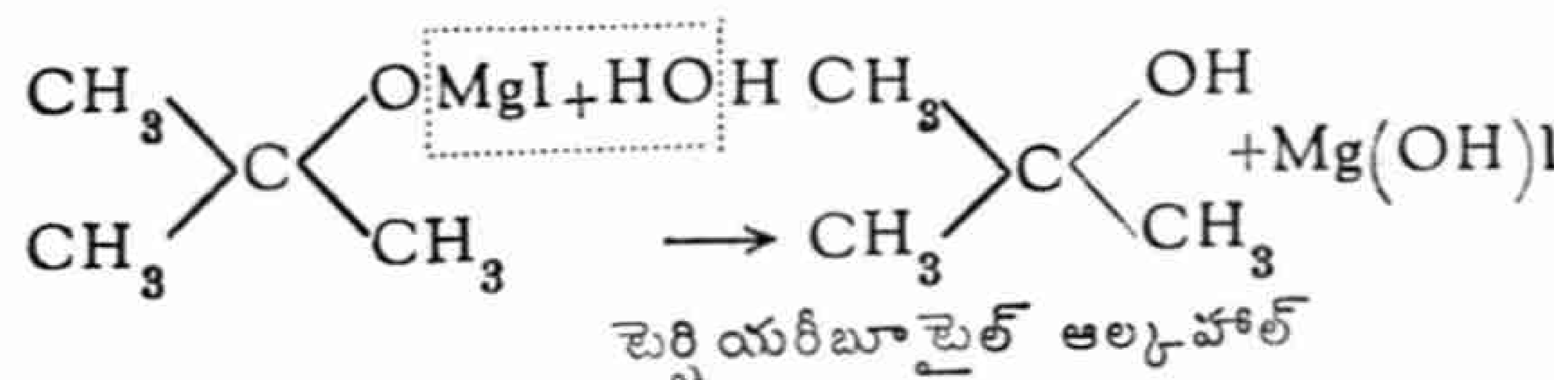
ఆసిటాల్డిహైడ్



సెకండరీ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్

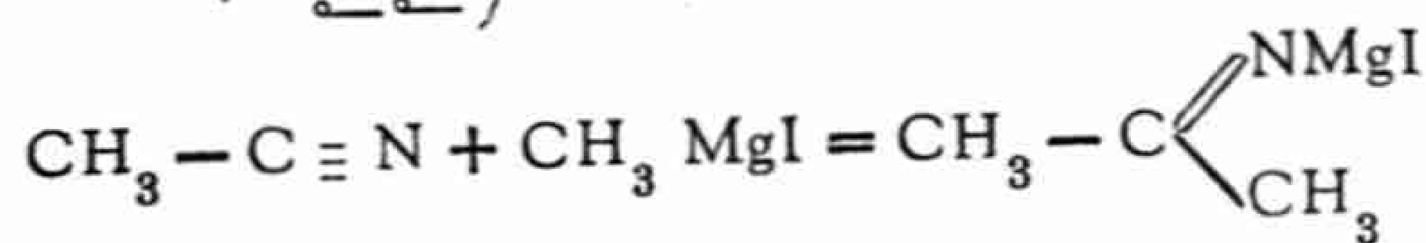


అసిటోన్

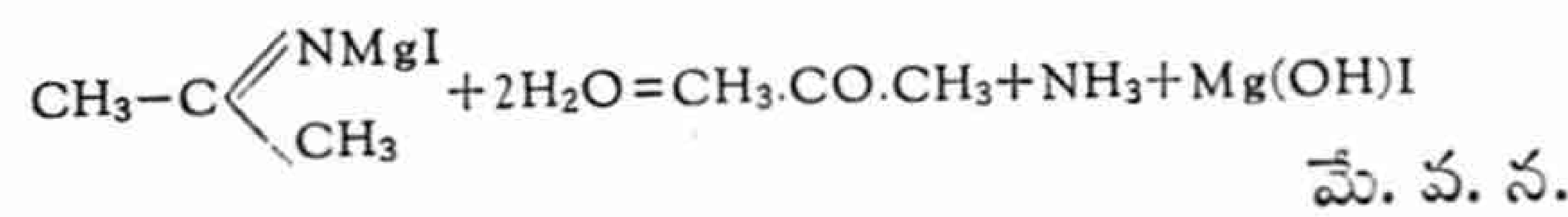


టెర్షియరీబూటైల్ ఆల్కహాల్

5. ఇవి నైట్రైల్‌లను కీటోన్‌లుగా మార్చును.



మెథిల్ ఐసో నైట్రైల్



మే. వ. న.

**కార్బన్‌యౌగిక విశ్లేషణము :** సాధారణముగా కార్బన్ యౌగికములలో ఉండెడు మూలద్రవ్యముల సంఖ్య చాలతక్కువ. విధిగా ఉండవలసిన కార్బన్, హైడ్రోజన్ గాక, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, గంధకము, భాస్వరము, హేలొజన్‌లు సాధారణముగా నుండును. అందువలన పైని పేర్కొనిన మూలద్రవ్యములను గుర్తించిన చాలును.

గుణాత్మకవిశ్లేషణ విధానము : తడిలేని ద్రవ్యమును చూర్ణముచేసి, కాపరాక్సైడ్ రేణువులతోగాని, లెడ్ క్రోమేట్ రేణువులతోగాని కలిపి గాలిచొరనిచ్చు గొట్టములో వేడిచేయుటవలన కార్బన్ కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌గాను, హైడ్రోజన్ నీరుగాను ఆక్సీకరించ బడును. మొదటిదానిని సున్నపుతేటలోను, రెండవదానిని కాల్చిన కాపర్ సల్ఫేట్ చూర్ణముతోను గుర్తించవచ్చును. సున్నపు తేట కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ సంపర్కమున, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ అవక్షేపించి పాలవలె తెల్లగానగును. రంగులేని కాల్చిన కాపర్ సల్ఫేట్‌చూర్ణము (మైలతుత్తము) యొక్క నీలి ఆకుపచ్చరంగును గ్రహించును.

తక్కిన మూలద్రవ్యములను గుర్తించుటకు 'లసైను' పరీక్షను ఉపయోగించెదరు.

'లసైను' పరీక్ష : పరీక్ష్యద్రవ్యము ఘనమైనపుడు (ద్రవమైనపుడు నాళములో కాలుచున్న సోడియమ్‌పై నాలుగు చుక్కలుంచవలెను.) 0·1 గ్రాము ద్రవ్యమును కందిగింజంత అప్పుడేకోసిన సోడియమ్‌ధాతువుముక్కతో కలిపి చిన్న నాళములో నాళము ఎర్రగా అగువరకు వేడిచేయవలెను. తరువాత ఆ నాళపు క్రింద చివరను బీకరులోనున్న కొంచెము నీటిలోనుంచవలెను. గొట్టపు అడుగు ముక్కలై అందున్న ద్రవ్యము నీటిలోపడి కరగిపోవును. ఈద్రావణమును నాలుగుభాగములు చేయవలెను.

నైట్రోజన్ శోధన : ఒకభాగమును శోధననాళమందు గ్రహించి, దానికి కొంచెము ఫెర్రస్‌సల్ఫేట్ ద్రావణమును చేర్చవలెను. తరువాత ద్రావణమంతా ఆమ్లమయమగు వరకు దానికి విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను కలుపవలయును. ఈ ప్రక్రియఫలితముగా ప్రష్యన్ బ్లూ అను నీలిరంగు అవక్షేపము నాళములో కనిపించినచో పరీక్ష్యయౌగికములో నైట్రోజన్ ఉన్నదని నిశ్చయించవచ్చును. కార్బన్ యౌగికములోనున్న నైట్రోజన్ కార్బన్‌తో సంయోగించి సైనోజన్ (CN) గణ మేర్పడును. ఇది సోడియమ్‌తోకలసి సోడియమ్‌సైనైడ్‌గా మారును. ఈ సోడియమ్‌సైనైడ్ ఫెర్రస్‌సల్ఫేట్‌తో సంయోగించి సోడియమ్ ఫెర్రోసైనేడ్ జనించును. ఇది ఫెర్రస్‌సల్ఫేట్‌లో సాధారణముగాఉండే ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్‌తో సంయోగించి ప్రష్యన్ బ్లూ అవక్షిప్తమగును.





ప్రష్యన్‌బ్లూ

గంధకశోధన : మరొక భాగముతో సోడియమ్ నైట్రోప్రస్సైడ్ $[Na_2Fe(CN)_5NO]$అను యౌగికము యొక్క ద్రావణమును కొంచెమీభాగమునకు కలిపినప్పుడు చినాలిరంగు ద్రావణము ఏర్పడినట్లయిన పరీక్ష్యయౌగికములో గంధకమున్నదని ఊహించవచ్చును. యౌగికములోనున్న గంధకము సోడియమ్‌తో సంయోగించి నీటిలో ద్రావ్యమగు సోడియమ్ సల్ఫైడ్ ఏర్పడును. ఇది సోడియమ్ నైట్రోప్రసైడ్ సంపర్కమున చినాలిరంగుగల యౌగికముగా మారును.

హేలొజన్‌లశోధన : ఈ భాగమును నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించి సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును కలుపవలయును :

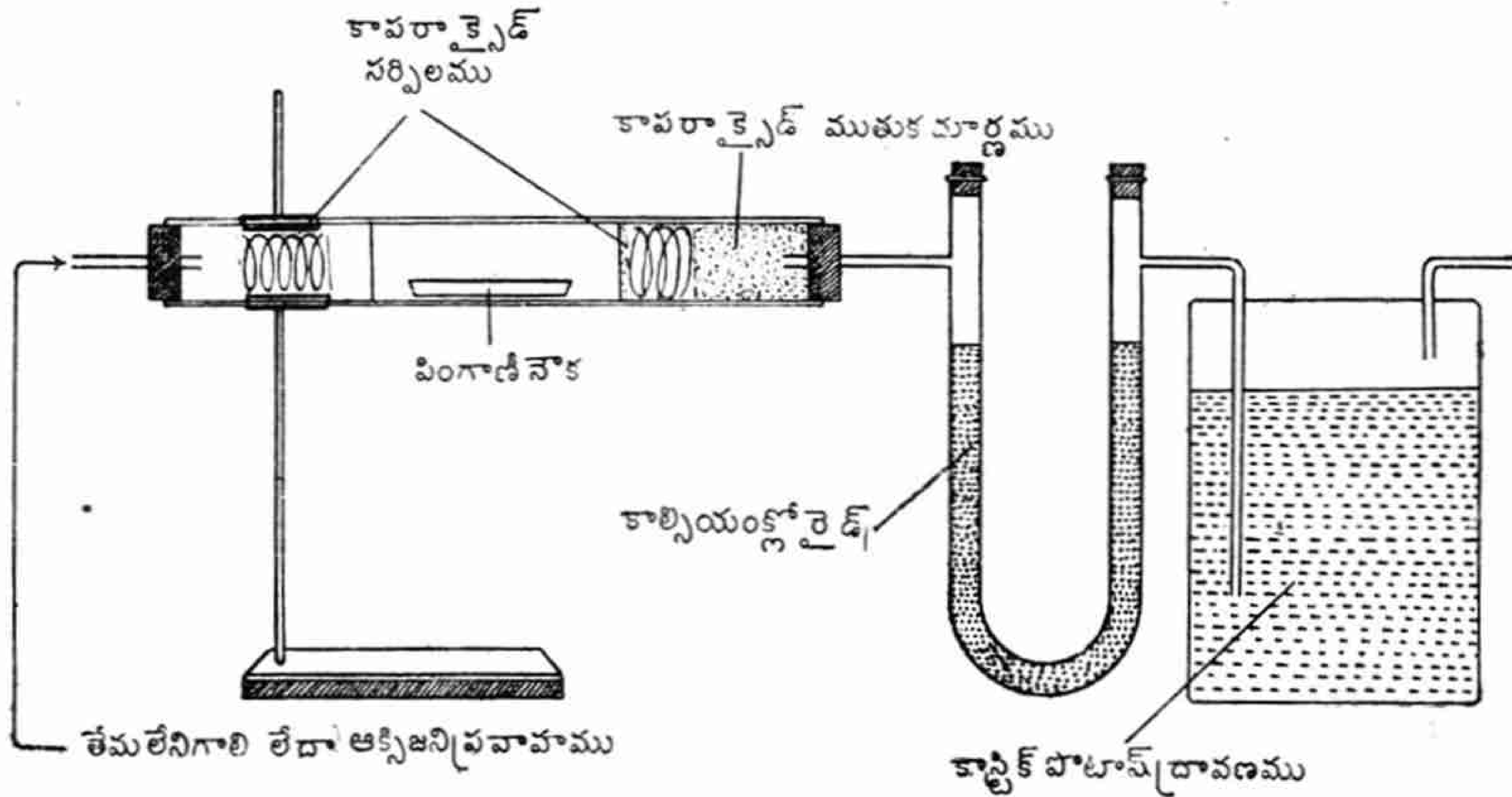
| రంగు | అవక్షేపము | సూచన |
|---|---|---|
| తెలుపు | సిల్వర్ క్లోరైడ్ | క్లోరీన్ |
| లేతపసుపు | సిల్వర్ బ్రోమైడ్ | బ్రోమీన్ |
| పసుపు | సిల్వర్ అయొడైడ్ | అయొడీన్ |

భాస్వరశోధన : ఈ భాగమును గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో ఆమ్లీకరించి సమరాశి అమోనియమ్ మొలిబ్డేట్ ద్రావణమును చేర్చి కొంచెము వేడిచేసినచో పసుపుపచ్చటి అవక్షేపము {అమోనియమ్ మొలిబ్డోఫాస్ఫేట్ $[(NH_4)_3, 12MoO_3, PO_4]$} కనిపించును. ఇది భాస్వరమున్నదనుటకు గుర్తు.

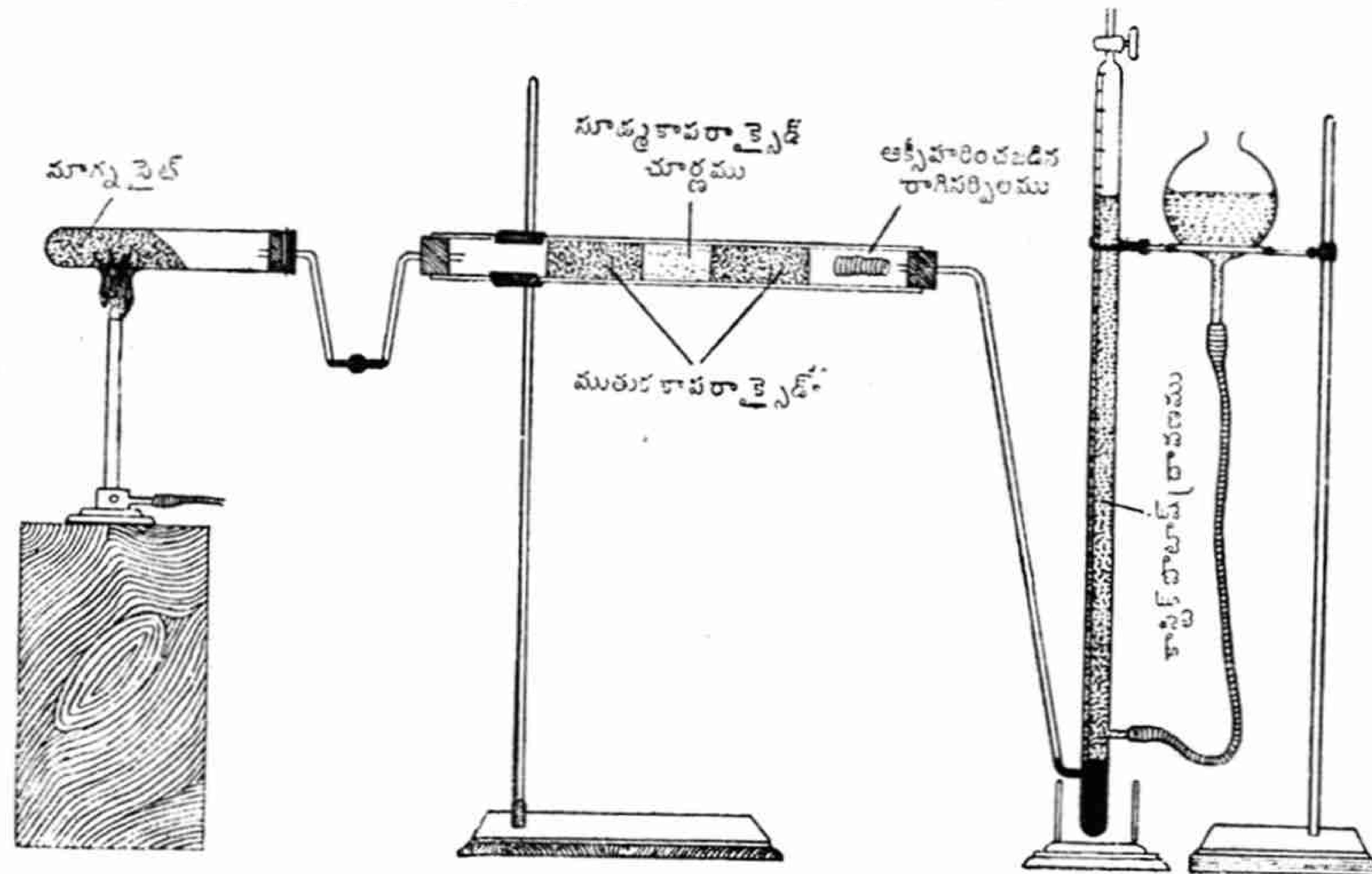
ఆక్సిజన్‌ని యౌగికములో గుర్తించుటకుగాని లేదా దాని రాశి నిర్ణయమునకుగాని తగిన ప్రయోగప్రక్రియలు లేవు. ఆక్సిజన్, యౌగికములో నున్నట్లు భారాత్మక విశ్లేషణము వలననే తెలిసికొనవలయును. ఆక్సిజన్ కాక తక్కిన మూలద్రవ్యముల రాశులను నిర్ణయించిన తరువాత, ఈ మూలద్రవ్యముల మొత్తపు రాశిని తీసికొనిన యౌగికముయొక్క రాశిలోనుండి తీసివేసినచో మిగులునది ఆక్సిజన్‌యొక్క రాశి యని తెలుసుకొనవలయును.

పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము : ఇందు రాశి నిర్ణయము గావించవలసిన మూలద్రవ్యములు: కార్బన్, హైడ్రోజన్, హేలొజన్‌లు, నైట్రోజన్, భాస్వరము, గంధకము.

కార్బన్, హైడ్రోజన్ ఈ రెండింటి రాశినిర్ణయము ఒకే ప్రయోగములో జరిపించవచ్చును. యౌగికముయొక్క నియతభారమును చూర్ణముచేసి, కాపర్ ఆక్సైడ్ చూర్ణముతో కలిపి, ఆక్సిజన్ వాయుప్రవాహములో వేడిచేసినచో కార్బన్ కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌గాను, హైడ్రోజన్ నీటిఆవిరిగాను ఆక్సీకరించబడును. మొదట నీటిఆవిరిని కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్‌తో విచూషింపజేసి తరువాత కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌తో గ్రహించవలెను. కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ ఉంచిన U - నాళము, కాస్టిక్ పొటాష్ పాత్రను ప్రయోగమునకు పూర్వమునను, ప్రయోగమునకు తరువాతను తూచినచో నీటిఆవిరి, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌ల ప్రత్యేక భారములు లభ్యమగును. వీటినుండి కార్బన్‌ను, హైడ్రోజన్‌ను లెక్కకట్టవచ్చును (చూ. అణురచన పు. 136). ఈ ప్రయోగమున కనువగు పరికరము 1 వ పటములో కననగును. ఈపటములో కనపర్చిన పింగాణిపాత్ర (నౌక ఆకారముగల) లో పరీక్ష్య ద్రవ్యము గ్రహించబడును.



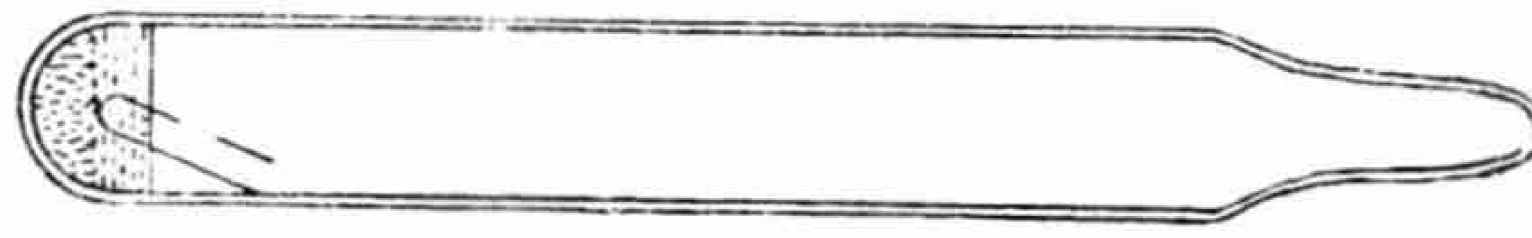

1 వ పటము : కార్బన్ హైడ్రోజన్ పరిమాణ నిర్ధారణ.




2 వ పటము : నైట్రోజన్ యొక్క పరిమాణ నిర్ధారణ.

నైట్రోజన్ రాశినిర్ణయము (డ్యూమాపద్ధతి) : కార్బన్ రాశినిర్ణయమునకు ఉపయోగించు పద్ధతియే దీనికికూడ

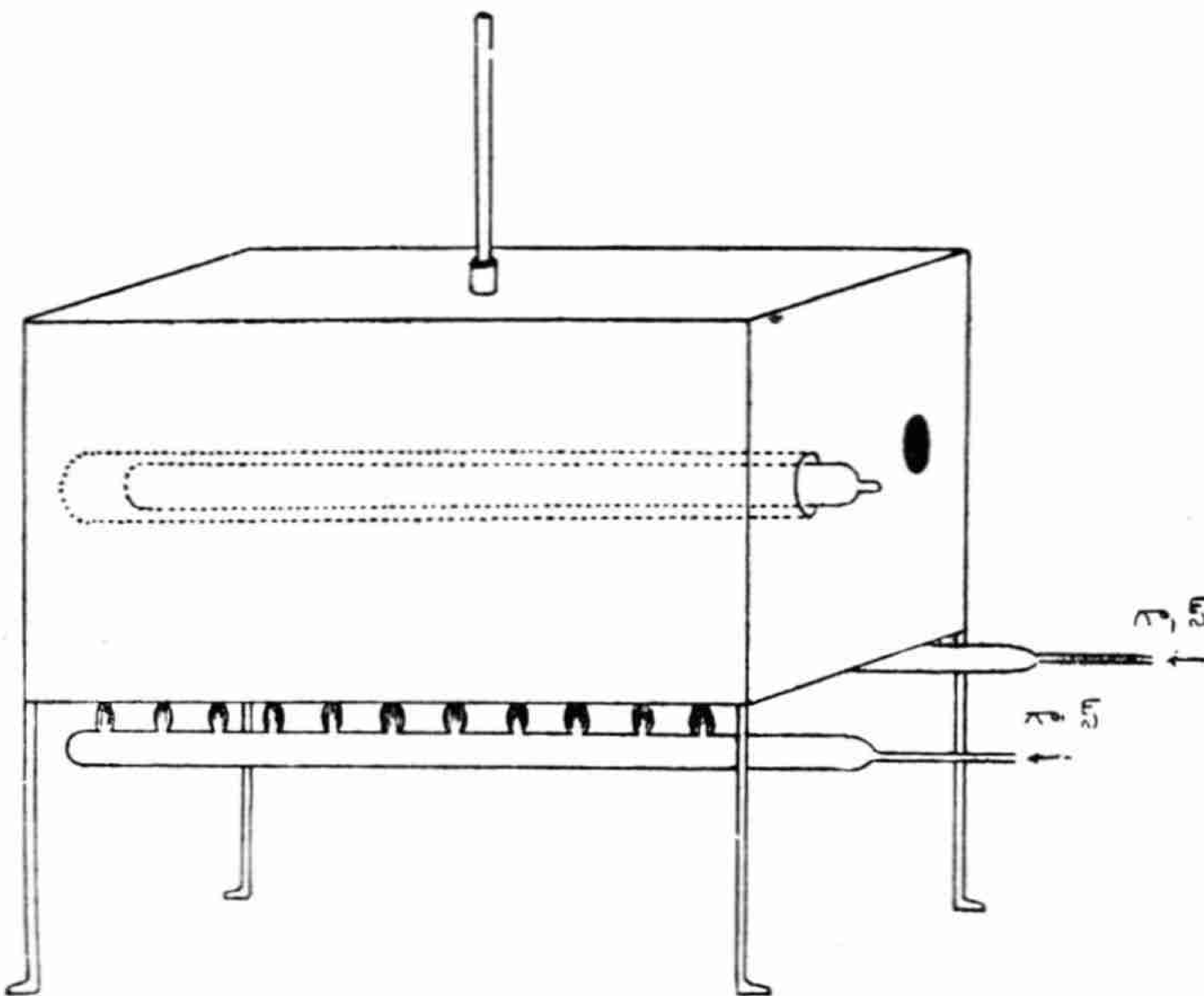
ఉపయోగపడును. కాని గొట్టముయొక్క ఎడమవైపు కొన మాగ్నసైట్ ఖనిజపుముక్కలుగల మరియొక గొట్టముతో కలిసియుండును [చూ. 264 పుటలోనున్న 2 వ పటము.]. గొట్టపు కుడిచివరను విడివడిన నైట్రోజన్ కొలుచుటకు ఉచితమగు నైట్రోమీటరు కలిపియుండును. కార్బన్ యౌగికము కాపరాక్సైడ్‌చే ఆక్సీకరింపబడునపుడు నైట్రోజన్‌వాయువు విడుదలయగును. ఒకప్పుడు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ కూడ నైట్రోజన్‌తో కలిసి ఉండును. వీటిని నైట్రోజన్‌గా ఆక్సీహరించుటకై గొట్టములో కుడిచివరను రాగితీగచుట్ట ఉండును. ప్రయోగమందు యౌగికము నిశ్శేషముగా హరించి పోయిన తరువాత, గొట్టములోమిగిలిన వాయువులను నైట్రోమీటరులోనికి తరుముటకై, మాగ్నసైట్ గొట్టమును వేడిచేయుదురు. దీనివలన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ జనించి, దానితోపాటు గొట్టమందున్న వాయువులను నైట్రోమీటరువైపు నెట్టుకొని పోవును. గొట్టములోనుండి, నైట్రోజన్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్, నీటిఆవిరి. నైట్రోమీటరును ప్రవేశించును. దీనిలోనున్న కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణములో నీటిఆవిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కలసిపోవును. నైట్రోజన్ ఒక్కటే నైట్రోమీటరు ఊర్ధ్వభాగమున సంగ్రహించబడును. ఈ గొట్టమునకుగల కొలత గురుతులసహాయమున సంగ్రహించబడిన నైట్రోజన్ ఆయతనమును నిర్ణయించవచ్చును. దీనినుండి మామూలు పద్ధతులచే నైట్రోజన్‌రాశిని లెక్కించవచ్చును.



3 వ పటము : కేరయస్‌నాళము.

**హేలొజన్‌లు, భాస్వరము, గంధకము రాశినిర్ణయము :** ఈ పద్ధతికి కేరయస్ పద్ధతి అనిపేరు. కేరయస్ గొట్టములో (చూ. 3 వ పటము) 1.5-2 ఘ. సెం. మీ. ఫ్యూమింగ్ నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ను పోసి సన్నటిగాజుగొట్టములో నిర్ణీత భారము యౌగికమునుంచి గొట్టములోనికి దింపుదురు. హేలొజన్‌లను నిర్ణయించవలసివచ్చినపుడు ఒక చిన్న సిల్వర్ నైట్రేట్ స్ఫటికమునుగూడ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో ఉంచుదురు. ఇప్పుడీ కేరయస్ గొట్టపు పైచివరను బర్నరు జ్వాలలో కరగించి మూసి, దాని నింకొక ఉక్కు గొట్టములో బిగించి బాంబుకొలిమిలో (చూ. 4 వ పటము) వేడిచేయుదురు.

కొన్నిగంటలు వేడిచేసిన తరువాత ఉక్కుగొట్టమును పైకితీసి చల్లార్చి, అందున్న గాజు గొట్టపు ముక్కును జ్వాలలో కరగింతురు. గొట్టమునందు ఒత్తిడిలోనున్న వాయువులు జ్వాలలో మెత్తబడిన నాళముఖమునందు కన్నముచేసి పైకి తప్పించుకొని పోవును. ఇపుడు నాళపు పైభాగమును జాగ్రత్తగా పగులగొట్టి ద్వారమును వెడల్పుచేసి లోపలనున్న ద్రావణమును నిశ్శేషముగా శుద్ధ జలముతో బీకరులోనికి క్షాళనము చేయుదురు. బీకరులోని ద్రావణములోనున్న సిల్వర్ హేలైడ్‌ను ప్రహతపద్ధతిని భారాత్మక విధానముచే నిర్ణయింతురు. లభ్యమైన సిల్వర్ హేలైడ్ భారమునుండి యౌగికములోనున్న హేలొజన్ భారమును లెక్కకట్టవచ్చును.




4 వ పటము : బాంబుకొలిమి.

యౌగికములోనున్న కార్బన్, హైడ్రోజన్ గొట్టములోనున్న నైట్రిక్ ఆసిడ్‌చే పూర్ణముగా ఆక్సీహరించబడి వాయుస్థితిని స్వీకరించును.

గంధకభాస్వరములు క్రమముగా సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ ఫాస్ఫారిక్‌ఆసిడ్‌గ ఆక్సీకరించబడును. వీటిలో మొదటిదానిని బేరియమ్ సల్ఫేట్‌గను, రెండవదానిని మగ్నీషియమ్ అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్‌గాను మార్చి గంధక, భాస్వరముల రాశి నిర్ణయముచేయవచ్చును. మే. వ. న.

**కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి :** కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతికి ఆధారము కార్బన్‌యౌగిక నిర్మాణము లేదా

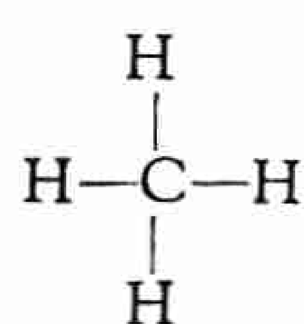
సంఘటన సిద్ధాంతములు. ఈ సిద్ధాంతములు పరమాణు, అణువాదములనుండి ఉత్పన్నములైనవి. అణువులందు పరమాణువులు ఇచ్చవచ్చినట్లు ఇటునటు కదలుచుండక యోజనీయబంధముల బలముచే అణువులందు నియత స్థానములలో లగ్నములై ఉండునను అభిప్రాయము కార్బన్ యౌగికనిర్మాణ సిద్ధాంతములకు మూలము. సమరూపతా సంఘటన, ఈ అభిప్రాయము యొక్క ఆవశ్యకతను బలపరచుచున్నది. ఏమన, ఒకే సంఘట్టన ఒకే అణుభారము కలిగి భౌతికరాసాయనిక ధర్మములలో అత్యంతభేదమును కనపరచు ద్రవ్యములు ఉన్నవి. ఈ గుణభేదములు ద్రవ్యముల అణువులలోనున్న పరమాణువుల స్థానభేదములచే కలుగుచున్నవని ఊహించవచ్చును. అందుచే కార్బన్ రాసాయనికునికి పరమాణువుల జాతిని, సంఖ్యను నిరూపించు ప్రాయోగిక సాంకేతికమును స్థాపించుటయేకాక అణువునందు పరమాణువుల బంధనవిధములను వెల్లడిచేయు గుణప్రకాశక సాంకేతికమును సాధించుటకూడ ఆవశ్యకము.

మూలద్రవ్య పరమాణువులు అణువునందు ఎట్లుకూర్చబడినవో తెలిసికొనుటకు పూర్వము రెండు విషయముల కనుగొనవలసి యున్నది. అందు మొదటిది అణువునందు పరమాణువుల కూర్పుక్రమము. ఇది రచనా సిద్ధాంత విషయము. రెండవది అణువునందుగల అంతరాళములో పరమాణువులు ఏయే దిక్కులలో అమర్చబడినవనువిషయము. ఈ రకపు అన్వేషణఫలమునకు అణువిన్యాసము అని పేరు. ఈ శాస్త్రభాగమును అంతరాళరాసాయనిక శాస్త్రము అందురు.

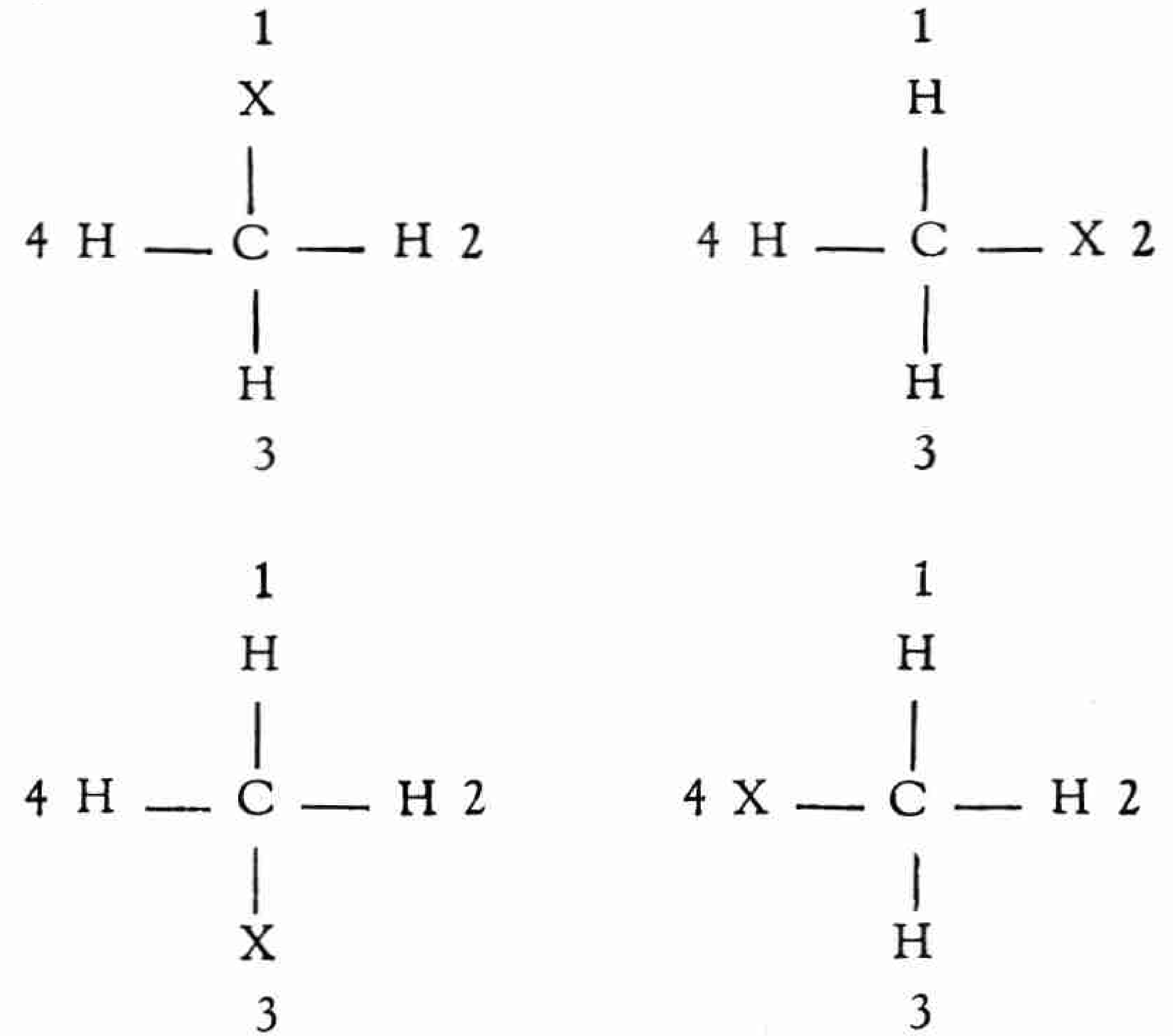
నిర్మాణసిద్ధాంతము : కేకులే చే స్థాపించబడిన కార్బన్ యౌగిక నిర్మాణసిద్ధాంత ప్రధాన నియమములను క్రింది విధమున సంక్షేపించవచ్చును :

1. కార్బన్ పరమాణు యోజనీయత నాలుగు ; ఈ సంఖ్య సాధారణముగా మారదు. అందుచే ఒక కార్బన్ పరమాణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువులవంటి నాలుగు ఏక యోజనీయ పరమాణువులతో సంయోగించగలదు. ఒక కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగించినపుడు మీథేన్ అను మొదటి హైడ్రోకార్బన్ ఏర్పడును ; దాని సాంకేతికము :

2. కార్బన్ పరమాణు సంయోజనీయతలు నాలుగును సమానధర్మములే. అనగా, ప్రక్కను చూపిన మీథేన్ సాంకేతికములో ఏ హైడ్రోజన్ పరమాణువుఅయినను సమాన యోజనీయతగల మరి



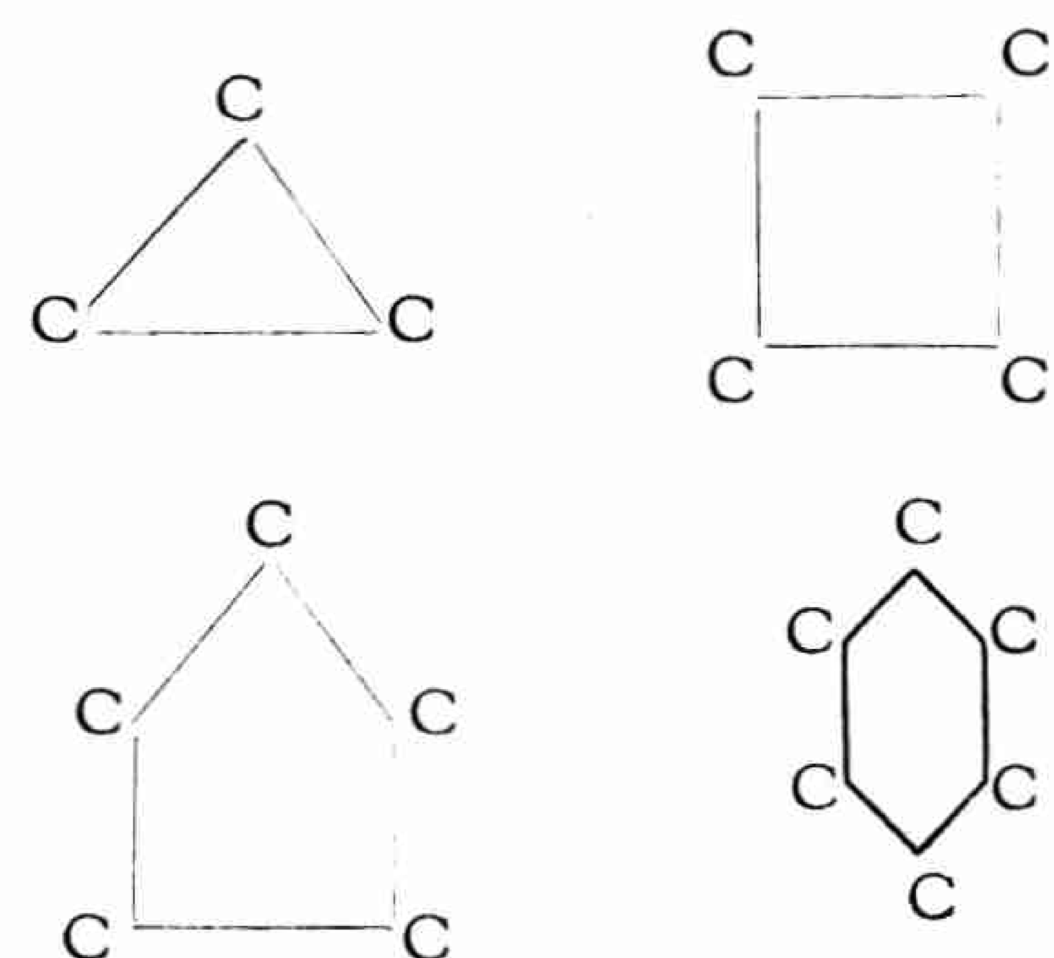

యొక పరమాణువుచే స్థానభ్రష్టమైనపుడు వచ్చు యౌగికము ఒక్కటే. అనగా, $CH_3X$ అను దానిని X స్వీకరించు స్థానమునుపట్టి నాలుగు విధములుగా చిత్రించవచ్చును :




ఏ విధముగా చిత్రించినను యౌగికము ఒక్కటే ; నాలుగులేవు. అందుచే X ఏ హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు ఆదేశముగా వచ్చిననూ తుదకు లభ్యమగు యౌగికము ఒక్కటే.

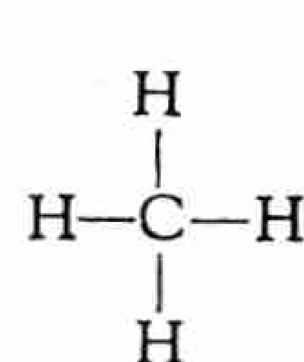
3. అనేకములగు కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితో నొకటి గొలుసుకట్టుగా కలుసుకొనగలవు.

4. రెండుకన్న హెచ్చు కార్బన్‌పరమాణువులు వలయములుగాకూడ సంయోగించగలవు :



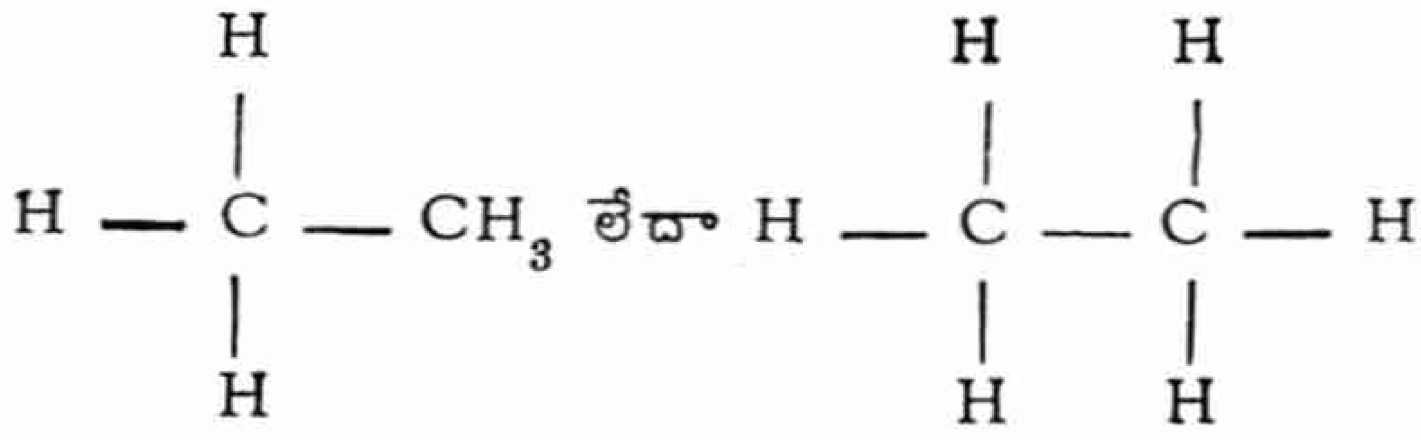

హైడ్రోకార్బన్‌ల వర్గీకరణము : ఇది నాలుగు విధములు.

వివృతశృంఖలములు : (a) సంతృప్తయౌగికములు : ఈ యౌగికములకు మాతృక మీథేన్.

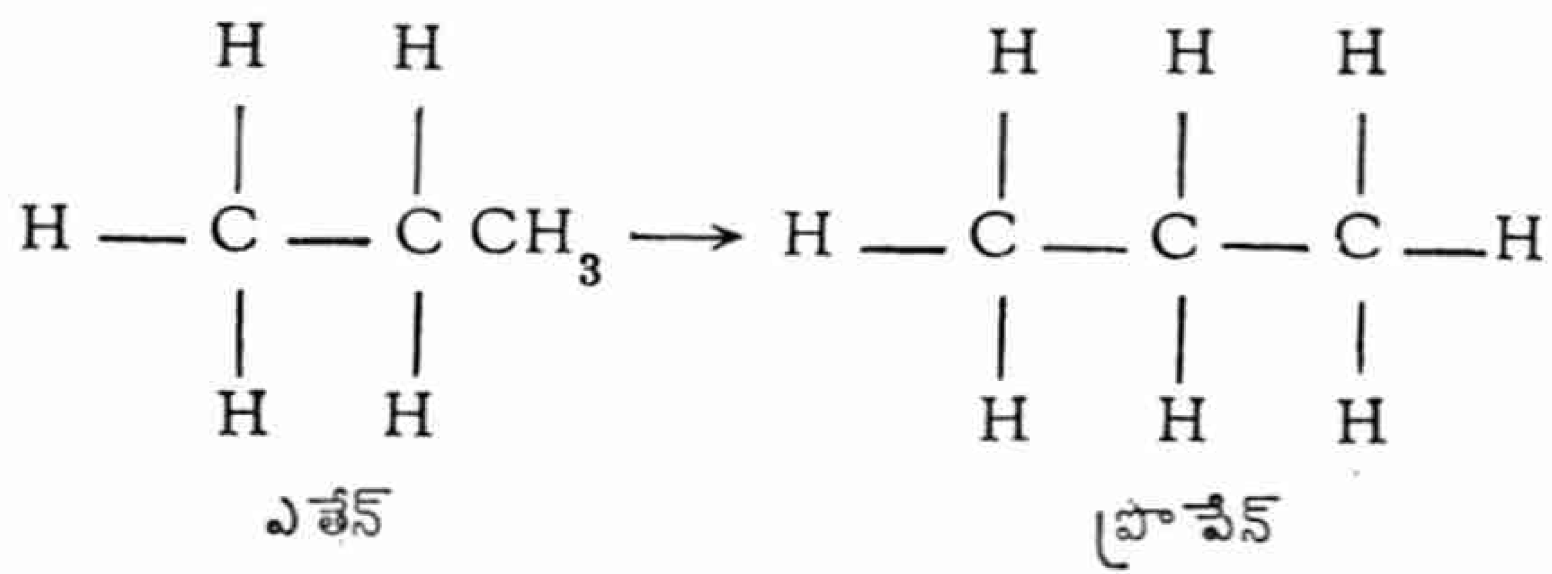


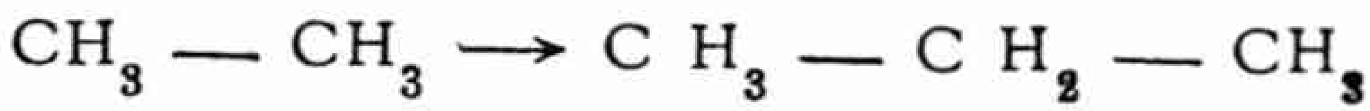

ఈ వర్గమునకు చెందిన హైడ్రోకార్బన్ లన్నిటిని మీథేన్ యందున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వివిధ గణములచే ఒత్తిగిలించి సంపాదించవచ్చును. ఈ శ్రేణిలో రెండవ హైడ్రోకార్బన్ ఎథేన్.

ఇది మీథేన్‌లో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానములో ఒక మెథిల్ ($CH_3$) గణము ఆదేశముగా వచ్చుటవలన సంపాద్యము :



కార్బన్ పరమాణువు నాలుగు యోజనీయతలు సమానములు గనుక ఎథేన్ ఏకరూపముగానే ఉండవలెను. ఎథేన్ నుంచి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును వెడలగొట్టి దాని స్థానమందు మరల ఒక మెథిల్ గణమును ఉంచినతరువాత హైడ్రోకార్బన్ ప్రొపేన్ ప్రాప్తించును :



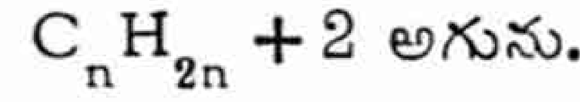


ఈ విధానమును మనము మరలమరల కావించిన ఈ శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్ లన్నియును సంపాదితములగును. ఈ శ్రేణిలో వెనుక హైడ్రోకార్బన్ ముందు దానిలో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఒక మెథిల్ గణముచే వెళ్ళగొట్టిన ఏర్పడును. అనగా, వెనుకది ఎప్పుడును ఒక మెథిలీన్ ($CH_2$) గణముచే ముందుదానికన్న అధికముగా నుండును.

ఈ నిరూపణనుబట్టి ఈ శ్రేణికి చెందిన ప్రతిహైడ్రోకార్బన్ గొలుసులోను, రెండుకొనల రెండు మెథిల్ గణములు, మధ్యను ఒకటిగాని, బహుళముగాని, మెథిలీన్ ($CH_2$) గణములుండును. కనుక ఈ శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్‌లకు $CH_3(CH_2)_xCH_3$. సాధారణ సాంకేతికముగా తీసికొనవచ్చును. ఇందులో X మూల్యము శూన్యము (X = O) అయిన ఎథేన్ ప్రాప్తమగును. X ఒకటికి సమమైన ప్రొపేన్ సంభవించును. ఇట్లు X మూల్యమునకు ఒక అవధి ఉన్నట్లు కానిపించదు. X మూల్యము 58 వరకు పెరిగిన యౌగికముకూడ కలదు.

ప్రతియౌగికమునందును X మెథిలీన్ ($CH_2$) గణములు, రెండు మెథిల్ గణములును ఉండును. మొత్తముమీద ప్రతియౌగికమునందును X + 2 కార్బన్ పరమాణువులు, 2X + 6 హైడ్రోజన్ పరమాణువులును ఉండును.

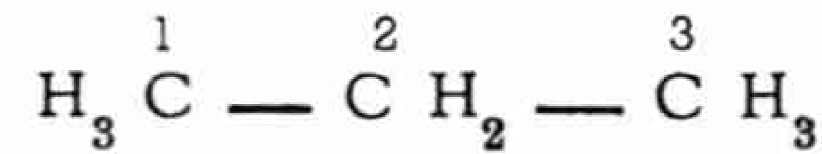
(X + 2) = N అని అనుకొనిన హైడ్రోకార్బన్ సాధారణ సాంకేతికము :



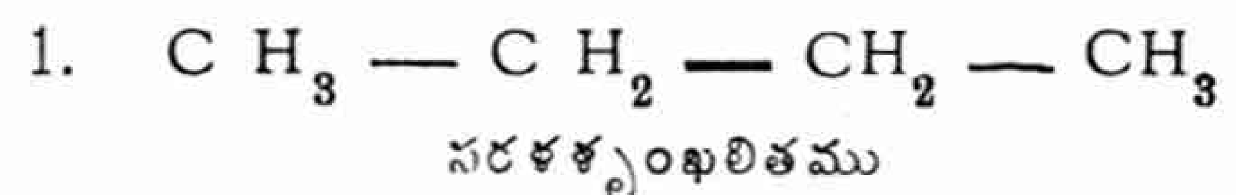
ఈ శ్రేణికిచెందిన హైడ్రోకార్బన్‌ల రాసాయనిక ప్రవృత్తి మందమగుటచే వీటికి పారఫిన్‌లు అను పేరు వచ్చినది. నిజముగా ఇవి పేరు తెలుపునంతటి మంద ప్రకృతులు కావు కాని, ఈ పేరు వీటికి చారిత్రకముగా ప్రాప్తమగుటచే స్థిరమైనది.

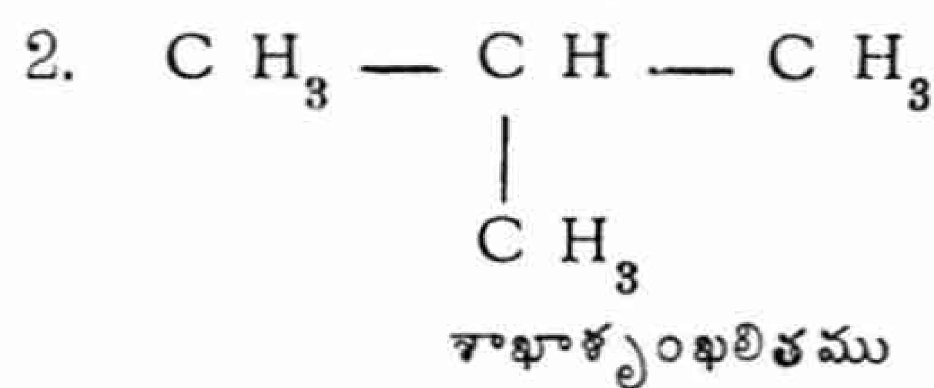
ఈ శ్రేణికిచెందిన యౌగికములలో రెండు ఆంతర భేదములు కలవు : (a) సరళశృంఖలితములు. (b) శాఖాశృంఖలితములు.

ఇట్టి రెండు విధములగు యౌగికములును శ్రేణిలో మొట్టమొదట ప్రొపేన్‌నుండి ఉత్పన్నము లగును. ప్రొపేన్ సాంకేతికమును పరీక్షించిన ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థానములో ఆదేశముగావచ్చు మెథిల్ గణమునకు సాంకేతికమునందు రెండుభిన్నస్థానము లున్నట్లు విశదమగును :



ఈ సాంకేతికమందు 1, 3 కార్బన్ పరమాణువులు కొనయందుండుటచే సమానములు ; 2 మట్టుకు మధ్యనుండుటచే విపరీతస్థానముకలదైనది. అందుచే, 1 మీదకాని, 3 మీదకాని ఆదేశమును చేసిన వచ్చు యౌగికము 2 మీద ఆదేశమును చేసిన లభ్యమగు యౌగికముకన్న భిన్నమైనది అగును. ఈ రెండు యౌగికములును క్రింది విధమున చూపనగును :





ఈ రెండుతప్ప వేరొకరూపము సంభవముకాదు. వాస్తవికముగా $C_4H_{10}$ అను సాంకేతికముచే సూచించబడు యౌగికములు రెండేరెండు కలవు. వీటికి బూటేన్‌లు అని పేరు.

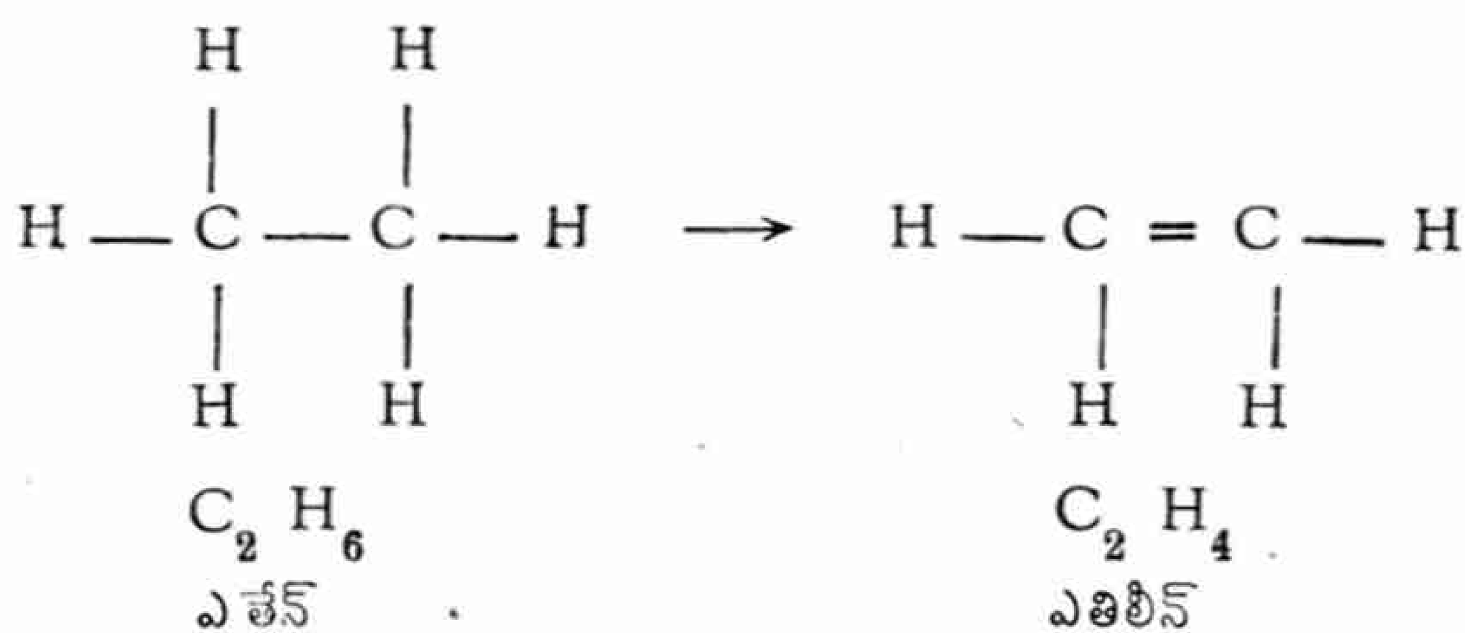
ఇచ్చట మనము శ్రద్ధవహించ వలసిన ముఖ్యవిషయమిది. నిర్మాణసిద్ధాంత ప్రమేయములగు కార్బన్ నిత్యచతుర్యోజనీయత, యోజనీయబంధముల సమానత్వము ఈ రెండిటినుండి సాధితమైన నిర్ణయము ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది. అందుచే ప్రమేయముల ప్రామాణ్యము బలపడినది. ఇదియే శాస్త్రము ననుసరించు పద్ధతి.

ఒక బూటేన్ విషయమునవేకాక శ్రేణిలో దాని తరువాతవచ్చు హైడ్రోకార్బన్‌లవిషయమై కూడ సిద్ధాంతమెన్నిసమరూపములను ఆకాంక్షించునో ఆ సమరూపములన్నియు ప్రాయోగికముగా నిరూపితములైనవి. హైడ్రోకార్బన్‌లో కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య ఎక్కువగుకొలది సమరూపముల సంఖ్య అతివేగముగా వృద్ధిచెందు చున్నది. ఈ విషయము క్రింది పట్టికచే విశదమగును :

| కార్బన్‌పరమాణుసంఖ్య | సమరూపసంఖ్య |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 2 | 1 |
| 3 | 1 |
| 4 | 2 |
| 5 | 3 |
| 6 | 5 |
| 7 | 9 |

(b) అసంతృప్తయౌగికములు : పారఫిన్‌లకన్న ఎక్కువ హైడ్రోజన్‌కల యౌగికములు లేవు. కాని, తక్కువ హైడ్రోజన్ కలిగిన యౌగికము లనేకములు కలవు. వీటిలో ముఖ్యమైన శ్రేణులు రెండు :

మొదటిదానికి ఓలిఫైన్‌లు లేదా తైలదములని పేరు. ఈ పేరు ఈ శ్రేణికి చెందిన మొదటియౌగికము క్లోరిన్‌తో సంయోగించి తైలమువంటి ద్రవ్యమును ఇచ్చుటచే వచ్చినది. ఈ తరగతిహైడ్రోకార్బన్‌లు సమానకార్బన్ పరమాణుసంఖ్యగల పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్‌లకన్న రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కువ కలిగియుండును. మొదటిపారఫిన్ $CH_4$ కన్న రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కువగల మొదటి ఓలిఫైన్ మెథిలీన్ $(-CH_2)$ అస్థిరమగుటచే ఏర్పడదు. రెండవది ఎథిలీన్ ఎతేన్‌నుండి ఉత్పన్నము:




విడివడిన ఈ రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులును ఒకే కార్బన్ పరమాణువునుండి విడిపోక దగ్గరగానున్న రెండు కార్బన్‌పరమాణువులును చెరిఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును కోల్పోయి ఆ రెండు పరమాణువుల మధ్యనున్న బంధముకాక మరియొకబంధము దాని ప్రక్కనే ఏర్పడును. అనగా, ఏక ద్విబంధము ఏర్పడును.

ఈ ద్విబంధము ఓలిఫైన్ తరగతికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్‌లకు ముఖ్యలక్షణము. ఈ హైడ్రోకార్బన్‌ల సాధారణసాంకేతికము $C_n H_{2n}$.

రెండవరకపు అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్‌లు : ఓలిఫైన్‌లనుండి మరిరెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తీసివేయుటచే ఏర్పడును. అందుచే వీటి సాధారణసాంకేతికము $C_nH_{2n}-2$. వీటికి అసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్‌లు అని పేరు. వీటికి మాతృక కాల్సియమ్‌కార్బైడ్‌నుండి ఉత్పన్నమగు అసిటిలీన్ $C_2H_2$. ఓలిఫైన్‌లకన్న మరిరెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కువఅగుటచే వీటి సాంకేతికమందు ఈ విషయము త్రిబంధముచే సూచితము :




ఓలిఫైన్‌లకు ద్విబంధము ముఖ్యలక్షణమైనట్లు అసిటిలీన్‌లకు త్రిబంధము ముఖ్యమైనగురుతు. త్రిబంధస్థితిచే అసిటిలీన్‌లు ఓలిఫైన్‌లకన్న హెచ్చు అసంతృప్తములు.

హైడ్రోకార్బన్ గొలుసులో ద్విబంధములుకాని, త్రిబంధములుకాని ఒకటికన్న హెచ్చుగా నుండుచో ఇతర తరగతులకు చెందిన అసంతృప్తయౌగికములు ఏర్పడును.

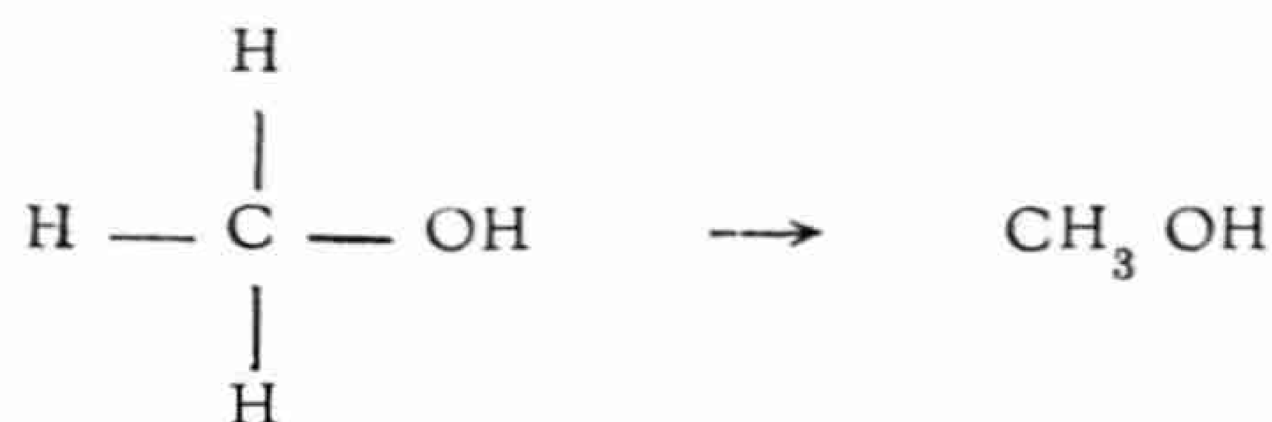
హైడ్రోకార్బన్‌వ్యుత్పన్నములు : హైడ్రోకార్బన్‌ల నుండి హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి వాటి స్థానమందు ఋణవిద్యుద్యుక్తమగు క్లోరిన్‌పరమాణువు మొదలుకొని ధనవిద్యుద్యుక్తమగు ధాతుపరమాణువులవరకు గల ఇతర మూలద్రవ్యపరమాణువులను కాని, పరమాణుగణములను కాని ఆదేశముచేసిన, కార్బన్ యౌగికములన్నియు ఉత్పన్నములగునట్లు నిరూపించ వచ్చును. కార్బన్‌పరమాణువు ధన, ఋణ విద్యుదావేశము గల ఇతర పరమాణువులతో సమానముగ సంయోగించగలశక్తిని ప్రదర్శించుటకు కారణము ఆవర్తక్రమములో దానికి గల మధ్యమస్థానము. దానికి ఎడమవైపు ఆ వరుసలోనే ధన విద్యుద్యుక్తమగు మూలద్రవ్యపరమాణువులును, కుడివైపు ఋణ విద్యుద్యుక్తమగు మూలద్రవ్య పరమాణువులును కలవు. ఈ మధ్యమస్థానము కారణముగా కార్బన్ పరమాణువు అనేకవిధములగు యౌగికములను ఈయగలదు. అందు ముఖ్యమైన వాటినే ఇచ్చట చూపుటకు వీలున్నది.

హేలొజన్ వ్యుత్పన్నములు :



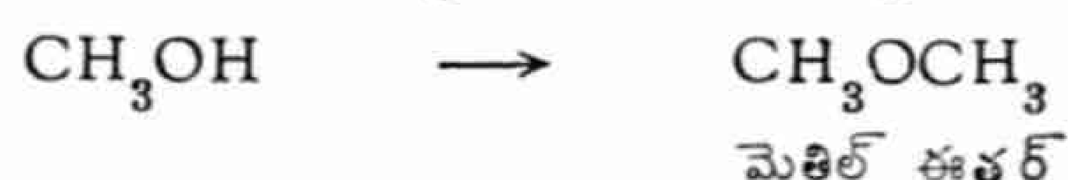

ఆక్సిజన్ వ్యుత్పన్నములు : హైడ్రోకార్బన్ అణువులో ఆక్సిజన్‌పరమాణువును ప్రవేశపెట్టుటవలన, ఆల్కహాల్‌లు, ఈతర్‌లు, ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు అను యౌగికములు ఏర్పడును.

**ఆల్కహాల్‌లు:** హైడ్రోకార్బన్ అణువులో హైడ్రోజన్ పరమాణువుస్థానమును హైడ్రాక్సిల్ గణము తీసికొనినప్పుడు ఏర్పడు యౌగికములకు ఆల్కహాల్‌లు అని పేరు:




మెథిల్ ఆల్కహాల్

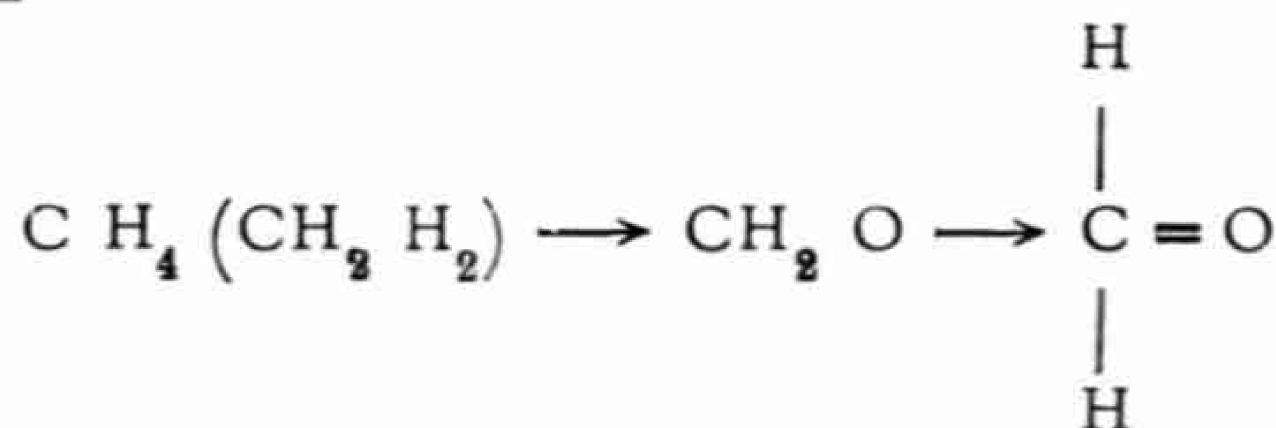
**ఈథర్‌లు:** ఆల్కహాల్ రచనలో ఉన్న హైడ్రాక్సిల్ గణమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమున ఒక ఆల్కిల్ గణము వచ్చిన ఈథర్‌లు ఏర్పడును:

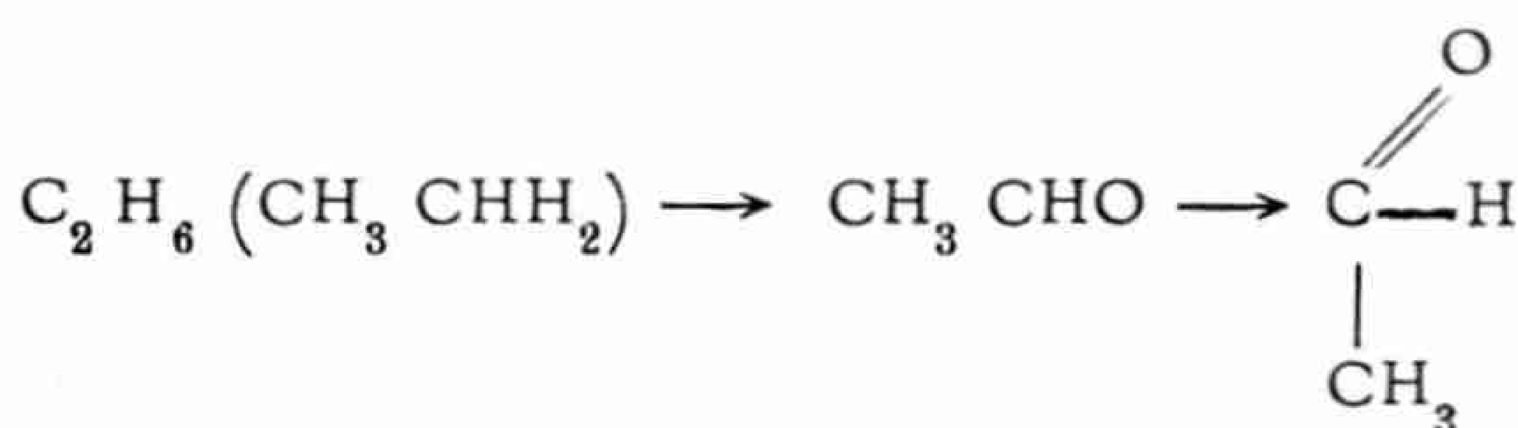



మెథిల్ ఈథర్

హైడ్రోకార్బన్ అణువులో ఒకే కార్బన్ పరమాణువుకు చెందిన రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములో వచ్చిన ఆక్సిజన్ పరమాణువు ఆల్డిహైడ్‌లను లేదా కీటోన్‌లను పుట్టించును:

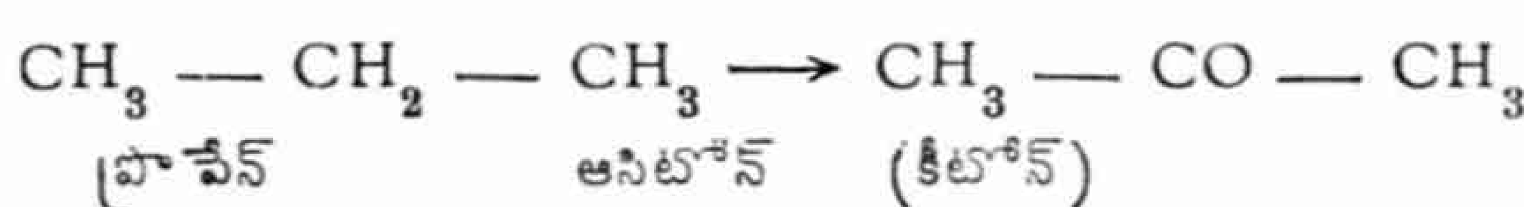
**ఆల్డిహైడ్‌లు:**

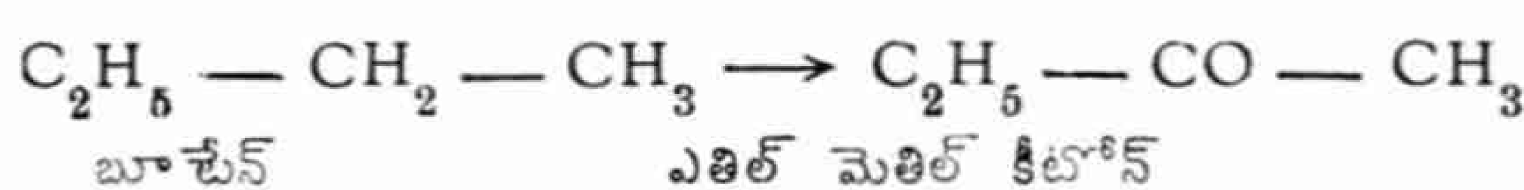


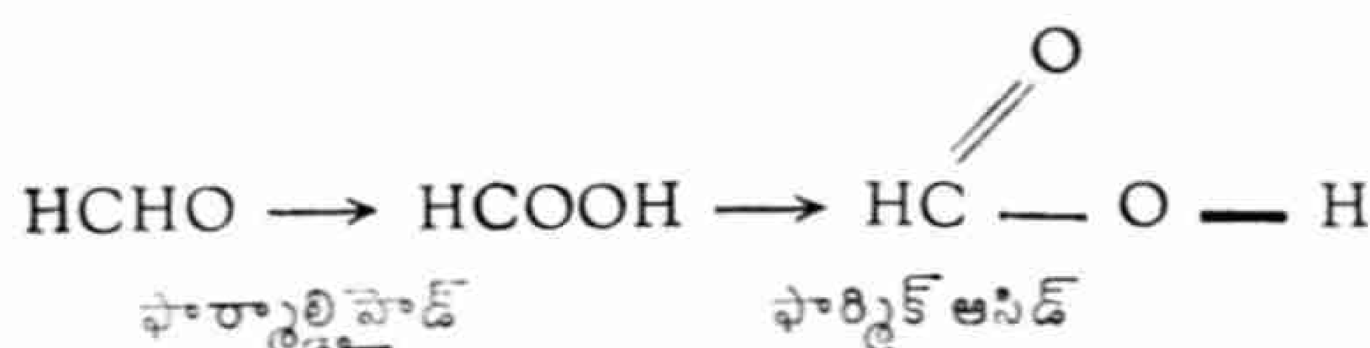

ఇందులో మొదటిది ఫార్మాల్డిహైడ్, రెండవది ఆసిటాల్డిహైడ్.

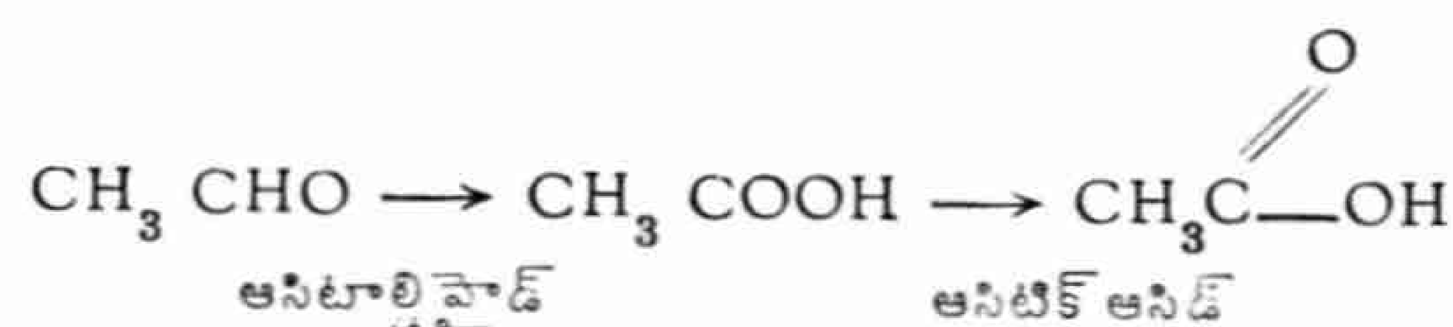
**కీటోన్‌లు:**




**ఆమ్లములు:** ఆల్డిహైడ్ అణువులో మరియొక ఆక్సిజన్ పరమాణువు దూరుటచే ఆమ్లము లేర్పడును:



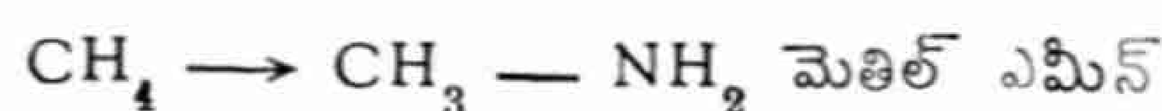




సాధారణముగా:




ఇచ్చట R ఏ హైడ్రోకార్బన్ గణమైననూ కావచ్చును.

**నైట్రోజన్ వ్యుత్పన్నములు:** హైడ్రోకార్బన్ అణువులో ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు తొలగి ఎమినో $NH_2$ గణమునకు చోటిచ్చిన ఎమీన్‌లను యౌగికములుఏర్పడును:



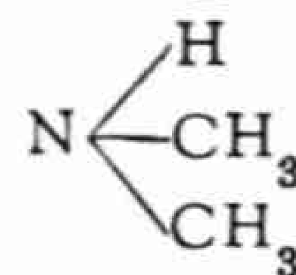


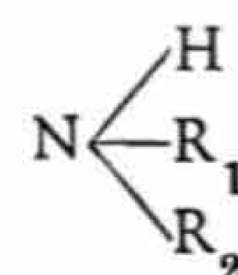


ఈ ఎమీన్‌లను ఇంకొకవిధముగా ఉత్పన్నమైనట్లు పరిగణించ వచ్చును. అమోనియా ($NH_3$) అణువులో హైడ్రోజన్‌పరమాణువులు హైడ్రోకార్బన్ గణములచే తొలగించబడినప్పుడుకూడ ఎమీన్‌లు ఏర్పడునని.

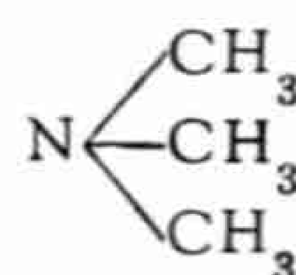


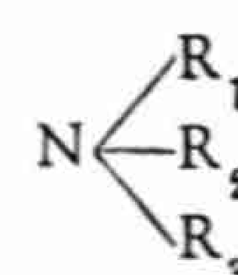

ఈ దృష్టిలో అమోనియా అణువులో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులలో ఒకటికన్న ఎక్కువ హైడ్రోకార్బన్ గణములచే ఆక్రమింపబడవచ్చును. అట్లు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఆక్రమితములైనప్పుడు సెకండరీ ఎమీన్‌లు,



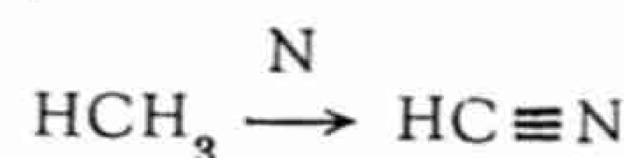



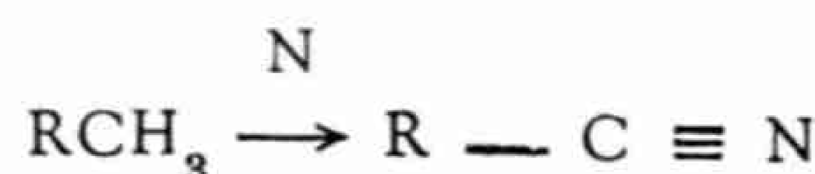

మూడు ఆక్రమితమైనప్పుడు టెర్షియరీ ఎమీన్‌లు ఏర్పడును:




హైడ్రోకార్బన్ అణువునందు మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములలో ఒక త్రియోజనీయ నైట్రోజన్ పరమాణువు ఆదేశమైనప్పుడు ఉత్పన్నమగు యౌగికమునకు నైట్రైల్ అని పేరు:



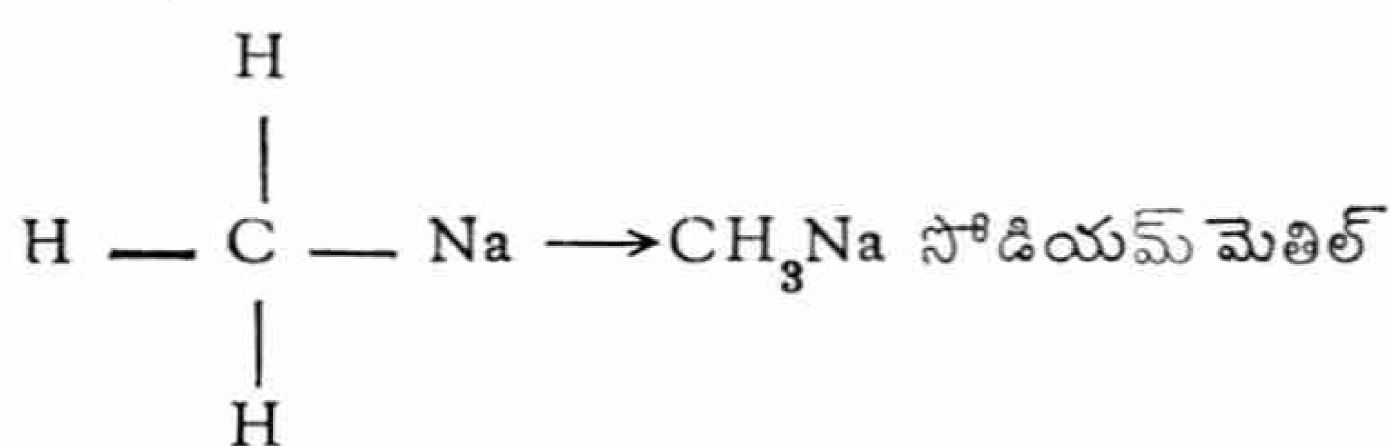




**గంధకవ్యుత్పన్నములు:** ఆల్కహాల్‌లలోను, ఈథర్‌లలోను ఆక్సిజన్ పరమాణువుస్థానమును గంధకపరమా

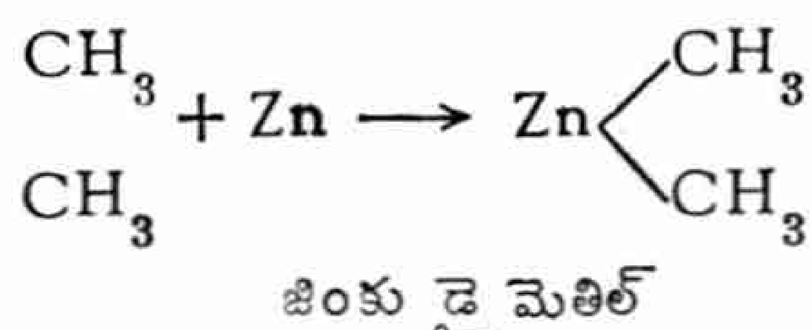
ణువు తీసికొనినపుడు థయోఆల్కహాల్ లు ($C_2H_5SH$), మెర్కాప్టైన్ లు ($C_2H_5SC_2H_5$) అని రెండురకముల గంధకయౌగికములు ఏర్పడును.

ధాతుకార్బన్ యౌగికములు : (ఆర్గానో మెటాలిక్ కాంపౌండ్స్) : వాటి సంయోజనీయతను బట్టి ధాతు పరమాణువులు ఒకటిగాని, ఎక్కువకాని హైడ్రోకార్బన్ అణువులలో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించి వాటి స్థానమును ఆక్రమించిన ధాతుకార్బన్ యౌగికములు ఏర్పడును.

సోడియమ్ ఏకయోజనీయము; ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్థానమును ఆక్రమించకలదు :

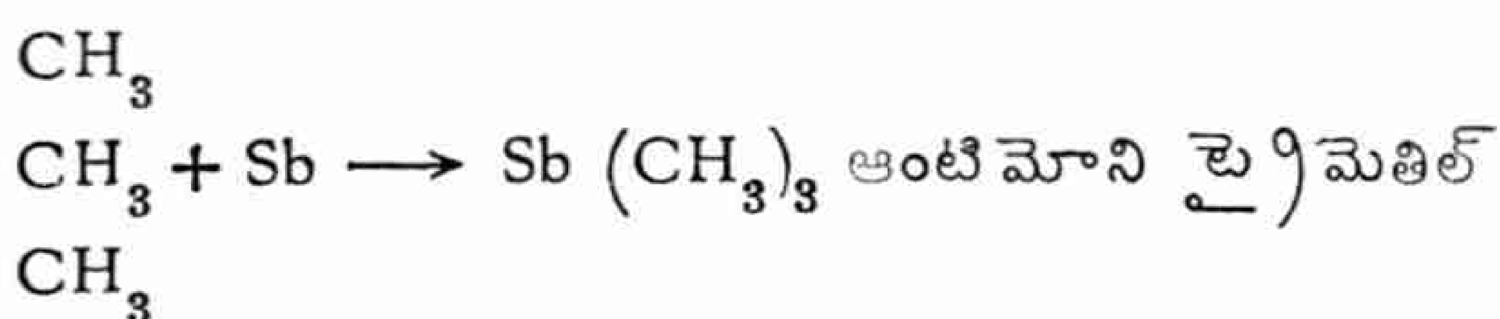



జింకు ద్వియోజనీయము :

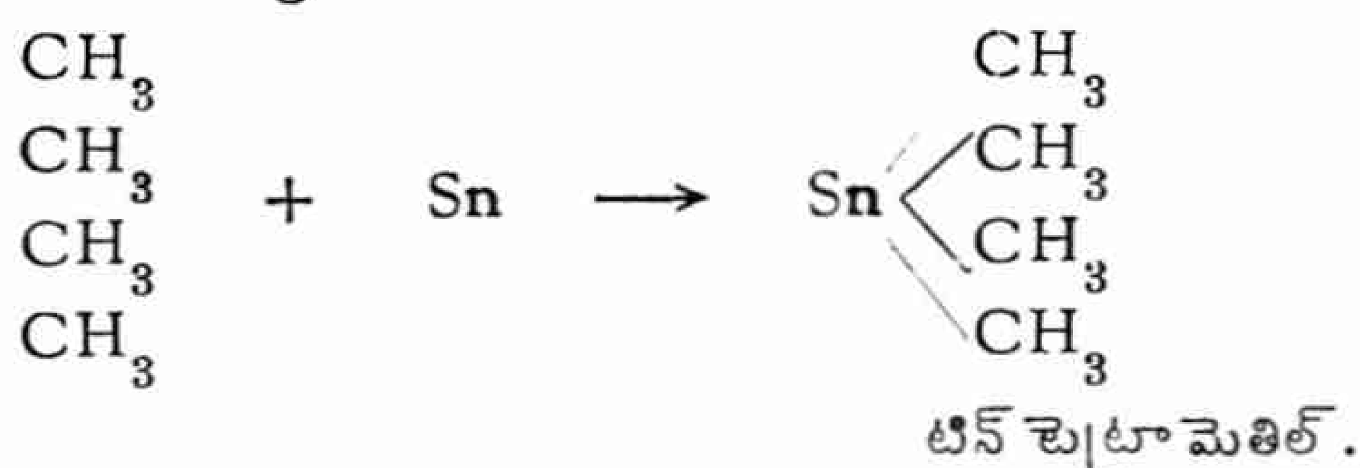



జింకు డై మెతిల్

ఆంటిమోని త్రియోజనీయము :



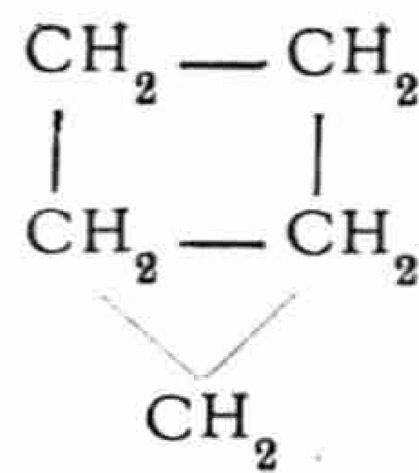

టిన్ చతుర్యోజనీయము :

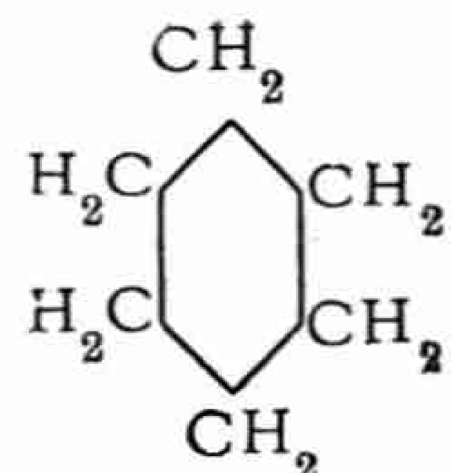



టిన్ టెట్రామెతిల్.

వలయాకార హైడ్రో కార్బన్‌లు : కార్బన్ పరమాణువు చతుర్యోజనీయతకు భంగము రాకుండ $C_nH_{2n}$ శ్రేణికి చెందిన హైడ్రోకార్బన్ ల అణుసన్నివేశమును ఇంకొక విధముగాకూడ నిరూపించవచ్చును. వీటిలో వలయాకార సన్నివేశములను స్వీకరించిన కార్బన్ పరమాణువుల చతుర్యోజనీయతకు భంగము రాదు. ఈ వలయములు రెండుకన్న హెచ్చు కార్బన్ పరమాణువులు ఉన్నపుడు ఏర్పడును :



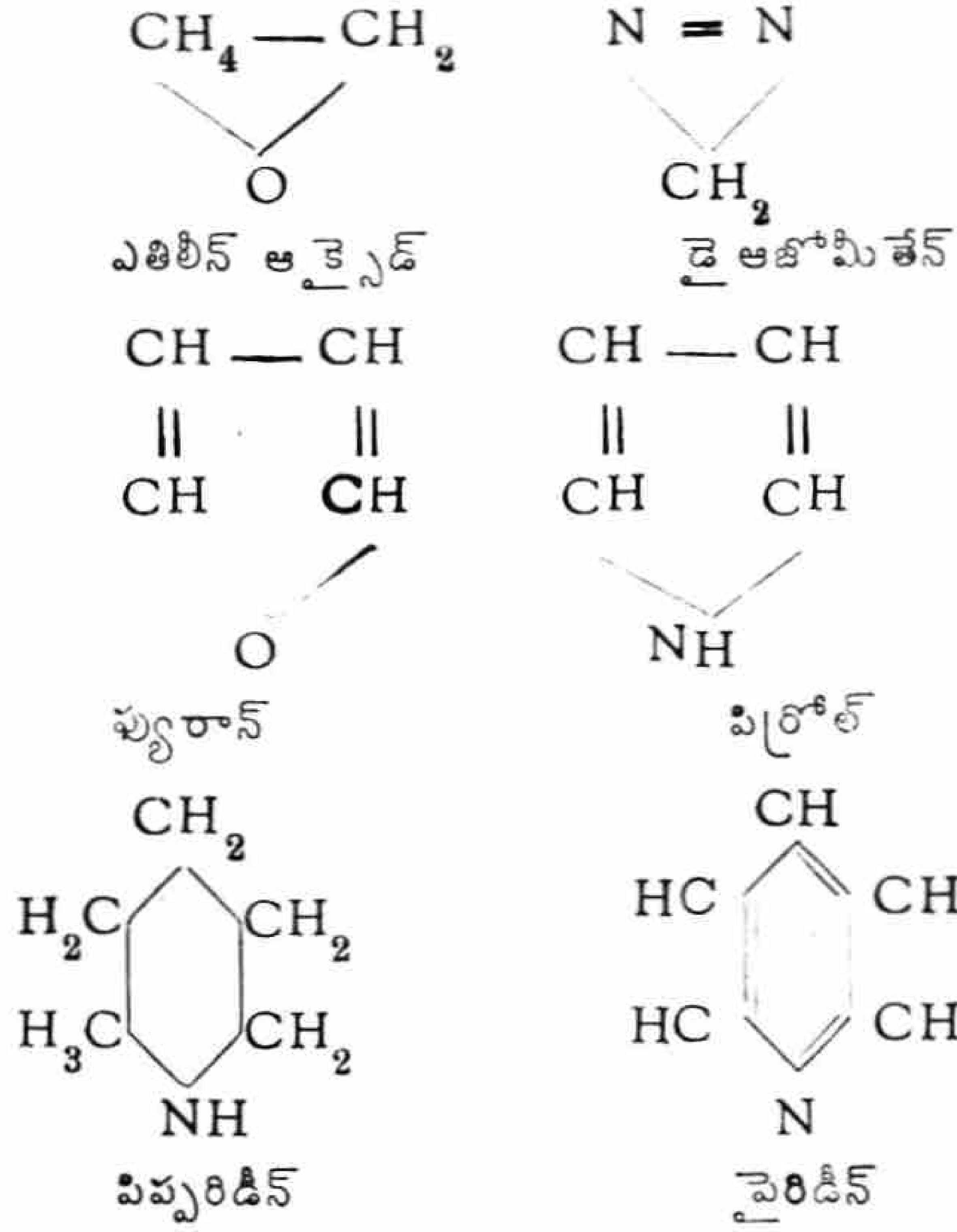




ప్రతియౌగికమునందును కార్బన్ పరమాణువు మెతిలీన్ గణరూపమున ఉండుటచే వీటికి పోలీమెతిలీన్‌లు అని పేరు. వలయమందు 30 కార్బన్ పరమాణువులవరకు ఉండవచ్చును. అంతకన్న కార్బన్ పరమాణు సంఖ్య అధికమైన వలయము నిలువదు. వీటికి ఓలిఫైన్‌లకు ఉన్నంత అసంతృప్తధర్మము లేదు. ఇంచుమించుగా ఇవి పారఫిన్ లను పోలియుండును. కనుక, వీటికి 'వలయ పారఫిన్ 'లని కూడ పేరు కలదు. వీటి స్థిరత్వము వలయమందున్న కార్బన్ పరమాణు సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. 5 లేదా 6 కార్బన్ పరమాణువులు కల యౌగికములు హెచ్చు స్థిరమైనవి.

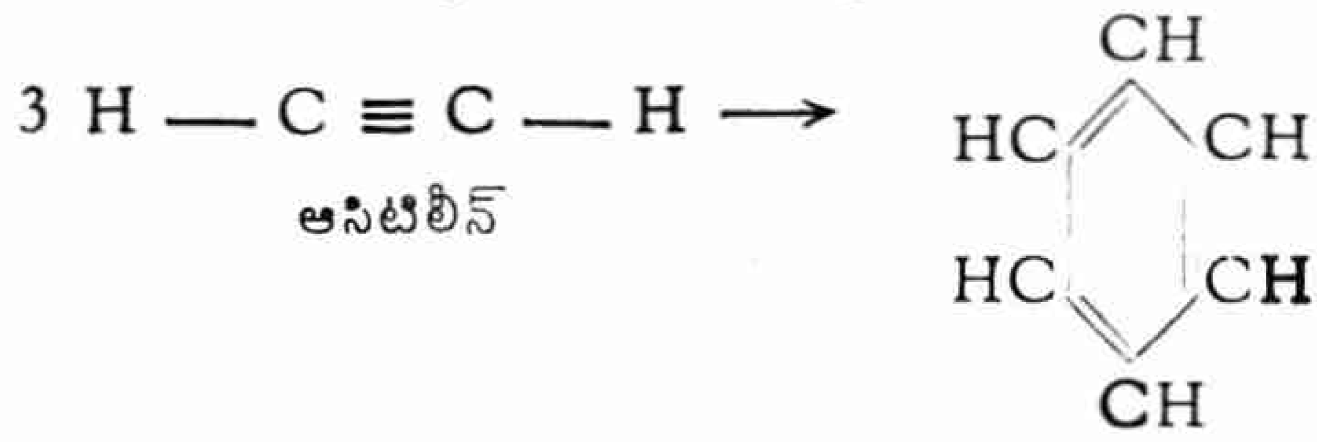
బెన్జీన్ హైడ్రోకార్బన్‌లు : (ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు) : వివృతశృంఖలములగు పారఫిన్‌లనుండి హైడ్రోజన్‌ని తీసివేసిన ఓలిఫైన్‌లు ఉత్పన్నమైనట్లు వలయ పారఫిన్‌లనుండి హైడ్రోజన్ పోయిన ద్విబంధములు గల అసంతృప్త ఆరొమాటిక్ యౌగికములు ఏర్పడును. వాటి చర్యలయందు కన్పట్టు విలక్షణత, వాటి ప్రాముఖ్యము కారణములుగా ఈ ఆరొమాటిక్ యౌగికతరగతికి చేరిన బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రమందు ప్రత్యేకస్థానమును ఆక్రమించినవి. వీటికి మాతృకద్రవ్యము బెన్జీన్ ($C_6H_6$). రెండు, లేదా మూడు సంహతవలయములు కల నేఫ్థలీన్, ఆంత్రసీన్‌లు ఏకవలయము కల బెన్జీన్‌తో సంబంధము కలవి (చూ. పు. 181).

విషమ వలయ యౌగికములు : వలయ పారఫిన్ లలోను, బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములలోను వలయములు సజాతీయములగు కార్బన్ పరమాణువు వల్లనే ఏర్పడినవి. అట్లుగాక వలయమందు కార్బన్‌నకు విభిన్నమైన విజాతీయ పరమాణువులు ఉన్నయెడల విషమవలయ యౌగికములు ఏర్పడును. ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్ వీటిలో ఏదైన వలయములో కార్బన్ పరమాణువుతో చేరి వలయ ఘటకముగా ఉండవచ్చును. ఇక్కడకూడ యౌగికముల వైవిధ్యము అపారము. ఈ యౌగికముల వర్గీకరణము వాటియందుండు కార్బన్ భిన్నమగుపరమాణువుల స్వభావమును బట్టియు, వలయఘటకములగు పరమాణువుల సంఖ్యనుబట్టియు ఉండును (చూ. విషమ వలయ యౌగికములు; అకారాది).

వలయఘటకసంఖ్య :




వివృత శృంఖలములు, వలయితములు అనబరగు కార్బన్ యౌగికములు వివిధ తరగతులకు చెందినప్పటికిని ఇవి పరస్పరము పరివర్తనీయములు. అనగా, వివృతశృంఖల యౌగికములనుండి వలయయౌగికములను, వలయ యౌగికములనుండి వివృతశృంఖలయౌగికములను తయారుచేయుటకు వీలున్నది. ఉదా : వివృతశృంఖల యౌగికమగు ఆసిటిలీన్ వాయువును ఎర్రగా కాల్చిన ఇనుపగొట్టములో నుంచి పంపిన వలయశృంఖలమగు బెన్జీన్ ఏర్పడును :




బెన్జీన్ 300°C వద్ద హైడ్రియాడిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసిన వివృత శృంఖలయౌగిక మగు సాధారణ హెక్సేన్‌గా కొంతవరకు మారును :

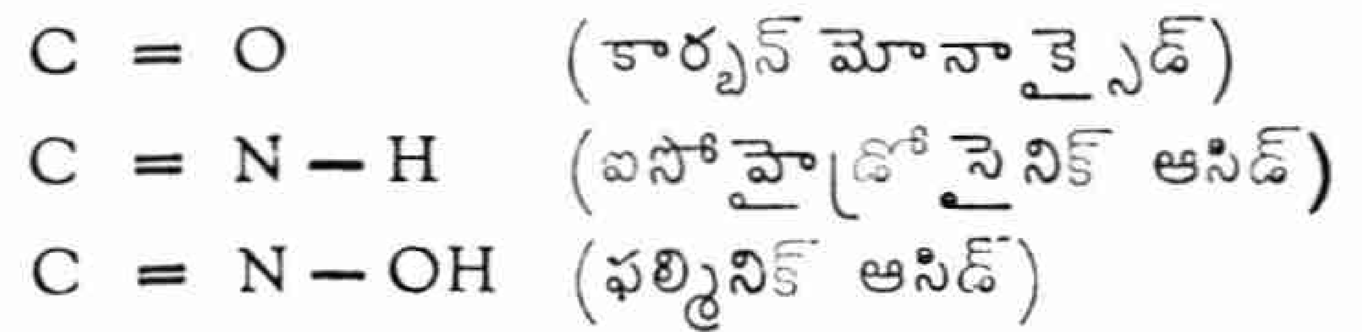


$$C_6H_6 + 6\,HI \longrightarrow C_6H_{12} + 3\,I_2$$

బెన్జీన్ సాధారణ హెక్సేన్

ఇదివరకు చతుర్యోజనీయ కార్బన్ పరమాణువులుగల యౌగికములనే పరామర్శించితిమి. కార్బన్ పరమాణువునకు యోజనీయత సాధారణముగా నాలుగని కేకులే నిర్మాణ సిద్ధాంతములో మొదటి ప్రమేయము. సాధారణముగా యోజనీయత నాలుగనుటలో కార్బన్ పరమాణువు అసాధారణ పరిస్థితులలో నాలుగుకన్న తక్కువ యోజనీయతను స్వీకరించగలదన్న విషయము గమ్యమానమగుచున్నది. అట్టి యౌగికములకు దృష్టాంతములు క్రింద ఈయబడినవి :

ద్వియోజనీయ కార్బన్ యౌగికములు :

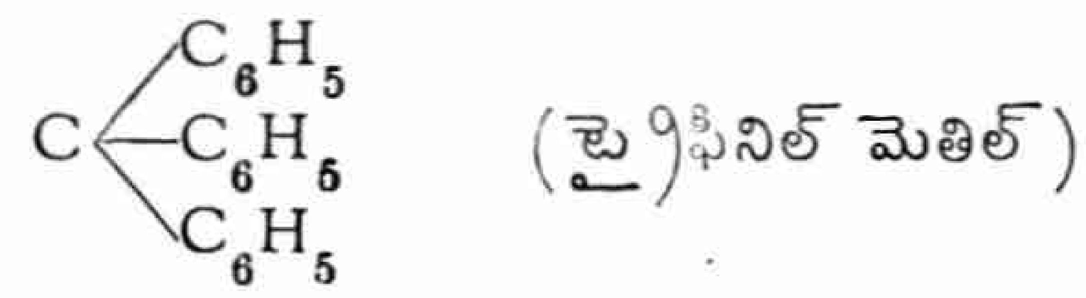


C = O (కార్బన్ మోనాక్సైడ్)

C = N — H (ఐసోహైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్)

C = N — OH (ఫల్మినిక్ ఆసిడ్)

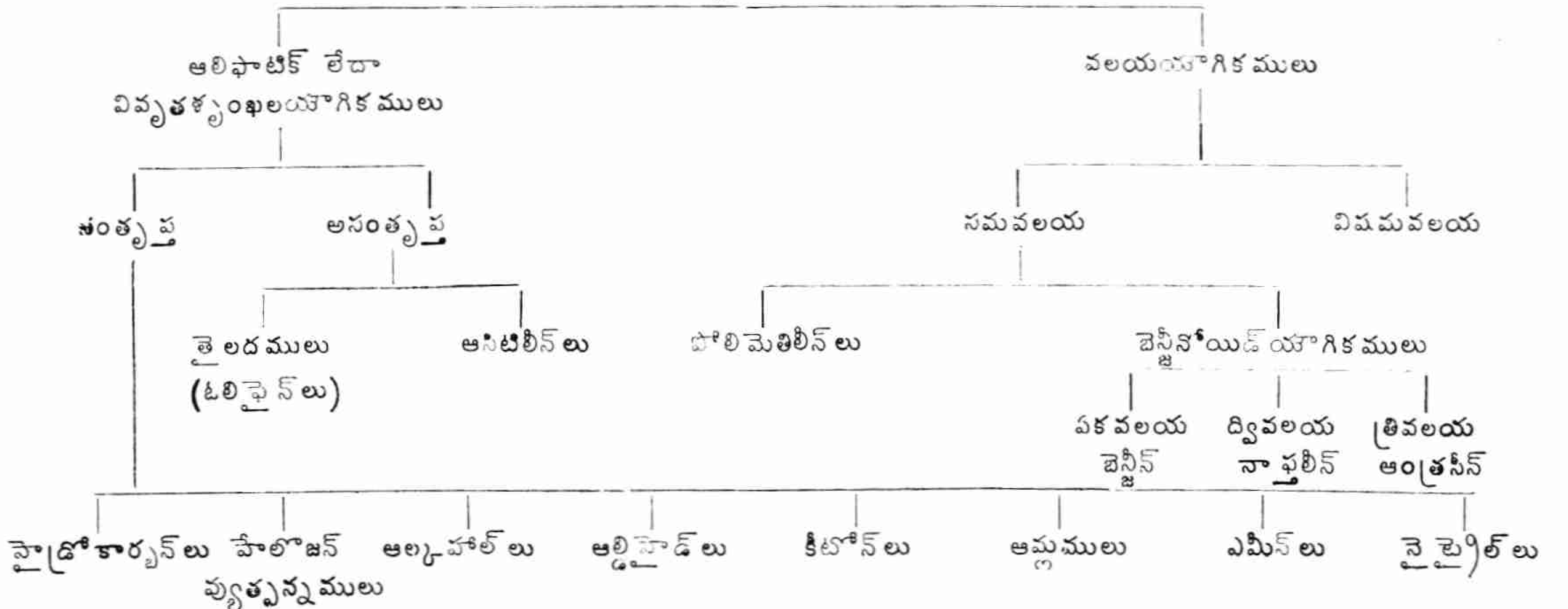
త్రియోజనీయ కార్బన్ యౌగికములు :



(ట్రైఫినిల్ మెతిల్)

నేటికి మూడు లక్షల కార్బన్ యౌగికములు తయారైనవి. కార్బన్ యౌగికముల ఈ విపరీతవిస్తారమునకు ఇదివరకే కారణములు ఈయబడినవి. ఈ యౌగికము లన్నియు కొన్ని పరిమితము లైన తరగతులుగా అనుశీలనా

కార్బన్‌యౌగికముల వంశవృక్షములు



సౌకర్యము కొరకు విభజింపబడినవి అని తెలిపియుంటిమి. ఆ విభజన 271వ పుటలో వంశవృక్షరూపమున క్లుప్తముగా చూపబడినది : మే. ప. స.

**కార్బన్‌వర్గము :** ఈవర్గమునందు సిలికన్, జెర్మేనియమ్, తగరము, సీసము కూడ గలవు. ఒక్క జెర్మేనియమ్ తప్ప ఈ కుటుంబములోని తక్కినమూలద్రవ్యములన్నియు చాలకాలమునుండి తెలిసినవే. వీటిలో చాల విస్తారముగా భూతలముపై దొరకునది సిలికన్. భూపృష్ఠ సంఘటనమందు కార్బన్ 0·032%, సిలికన్ 27·72%, జెర్మేనియమ్ 0·0007%, తగరము 0·001%, సీసము 0·0016% కలవు. కార్బన్ భూపృష్ఠశిలలయందు అంతతక్కువగా కనపడుచున్నను, ప్రకృతిలో కార్బన్ యౌగికములసమృద్ధి తక్కిన మూలద్రవ్యముల సముదాయముకన్న చాల రెట్లు ఎక్కువగానుండును. వృక్షములందు, జంతువులలోను కార్బన్ యౌగికములు అపారముగా నుండుటయే ఇందుకు కారణము. వాస్తవికముగా తగరము, సీసము, అపురూప ధాతువులకన్న చాలతక్కువరాశులలో లభ్యములు. అయినను, ప్రకృతిలో కొన్నిచోట్ల పుంజీభూతమై వాటిఖనిజములు ఉండుటయు, వాటి ధాతుసాధన సౌలభ్యము, సర్వతోముఖ ఉపయోగములు, వీటివలన అవి చిరకాల పరిచితములైనవి. కార్బన్ వృక్ష, జంతు, ప్రపంచములలో ఎంత ప్రముఖపాత్రను నిర్వహించుచున్నదో, సిలికన్ డైఆక్సైడ్ సిలికేట్‌ల రూపమున సిలికన్ ఖనిజప్రపంచమందు అంతప్రాముఖ్యమును వహించుచున్నది.

పరమాణుభార మెక్కువగుకొలది అధాతు ధర్మములు ధాతుధర్మములుగ మారుట, నైట్రోజన్ వర్గములోకన్న ఈ వర్గమందు హెచ్చుగా కననగును. కార్బన్ అధాతువు; సిలికన్ కొంతవరకు ధాతుధర్మముల చూపుచున్నను, అధాతువుక్రిందనే పరిగణించబడుచున్నది. జెర్మేనియమ్‌నకు అధాతుధర్మములకన్న ధాతుధర్మములు ఎక్కువ. తగరము, సీసము బాహాటముగా ధాతువులు. కార్బన్ యొక్క ధర్మములు అసాధారణములు. అందువలననే దాని రాసాయనికప్రవృత్తి సాటిలేనిది. జెర్మేనియమ్, తగరము సీసములతో సరిపోల్చిచూచిన సిలికన్ కొంత భిన్నముగా అగుపించును. కాని భిన్నత్వముకన్న సాదృశ్యములే ఎక్కువ ప్రచురముగా నున్నవి.

ఆవర్తక్రమములో వీటిస్థానమున కనుగుణముగా ఈ మూలద్రవ్యముల గరిష్ఠయోజనీయత నాలుగు. తక్కిన వర్గములందువలె ఈ వర్గమునందుకూడ మొదటిరెండును దృష్టాంతద్రవ్యములు, తక్కినవర్గద్రవ్యములకన్న చాల భిన్నములుగా కన్పట్టును. తక్కినవర్గములందువలె ఇందు కూడ ధనవైద్యుతీయధాతుధర్మములు పరమాణు భారముతో ఎక్కువగుచున్నవి. తగరము, సీసము రెండు, నాలుగు యోజనీయతలుగల రెండురకముల యౌగికములను ఇచ్చును. కార్బన్, సిలికన్‌లు ఒకేవిధమున చతుర్యోజనీయతనే చూపును:

| పరమాణు సంఖ్య | పేరు | సంకేతము | పరమాణు భారము | విశిష్ట గురుత్వము | ద్రవీభవన స్థానము | యోజనీయత |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | కార్బన్ | C | 12·011 | 3·51* 2·30♦ | — | IV, III, II |
| 14 | సిలికన్ | Si | 28·09 | 2·33 | 1413° | IV, II |
| 32 | జెర్మేనియమ్ | Ge | 72·60 | 5·35 | 958·5° | IV, II |
| 50 | తగరము | Sn | 118·70 | 7·28 | 231·8° | IV, II |
| 82 | సీసము | Pb | 207·21 | 11·34 | 327·4° | IV, II |

ఇందలి మూలద్రవ్యము లన్నియు $RH_4$ సాంకేతికము గలిగి బాష్పశీలములగు హైడ్రైడ్‌లను ఇచ్చును. సిలికన్ ఇంకను మరికొన్ని హైడ్రైడ్‌లను ఈయగలదు. కార్బన్ హైడ్రైడ్‌ల సంఖ్యకు లెక్కయేలేదు.

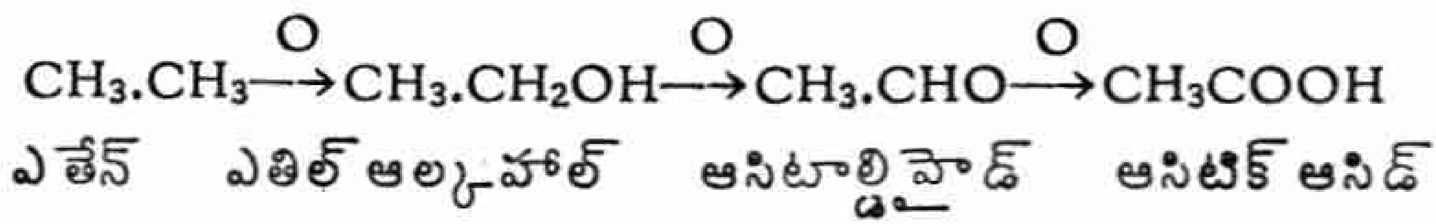
అన్ని మూలద్రవ్యములును క్లోరిన్‌తో టెట్రాక్లోరైడ్‌లు ($RCl_4$) ఏర్పడును. ఈ టెట్రాక్లోరైడ్‌లు అన్నియు ద్రవములు; అందువలన నివి సమయోజనీయ యౌగికములు. తగరము, సీసము ఘనస్థితిలో నుండు ద్వియోజనీయత కలిగిన అయన్‌క్లోరైడ్‌లను ఇచ్చును.

వీటి సామాన్య ఆక్సైడ్‌ల సంఘటనమును $RO_2$ అను సాంకేతికముచే తెల్పవచ్చును. ఈ ఆక్సైడ్‌లు అన్నియు స్థిరములు; ఆమ్లజనకములు. లెడ్ డైఆక్సైడ్ ఆక్సీకారక ద్రవ్యము. RO సాంకేతికముగల ఆక్సైడ్‌కూడ ఈ మూలద్రవ్యములతో ఏర్పడును. కాని SiO (సిలికన్ మోనాక్సైడ్) బాష్పస్థితిలోనే ఉండును. అదియును చాల నిలకడ లేనియౌగికము. ఈ వర్గములోని మూలద్రవ్యములన్నిటిలో కార్బన్ అపారసంఖ్యగల యౌగికములను ఇచ్చుటలో అతివిశిష్టలక్షణము గలది. దీనికి కారణము కార్బన్‌పరమాణువులు ఒకదానితోనొకటి గొలుసులుగాగాని, వలయములుగాగాని సంయోగించ కలుగుటయే. సిలికన్‌కూడ అట్టిగొలుసులను ఈయగలదు; అవి చాల తక్కువ. కార్బన్‌పరమాణువుల మధ్య అగపడు ద్వి, త్రి బంధములవంటివి సిలికన్‌విషయమై కానరావు. సిలికన్ కూడ వలయాకారస్థితిలో అనుబంధించ గలదు. కాని దానికి ఆ సామర్థ్యము ఆక్సిజన్ సాహచర్యమున్నపుడే సంభవించును. అనగా దాని ఆక్సిజన్ యౌగికములగు

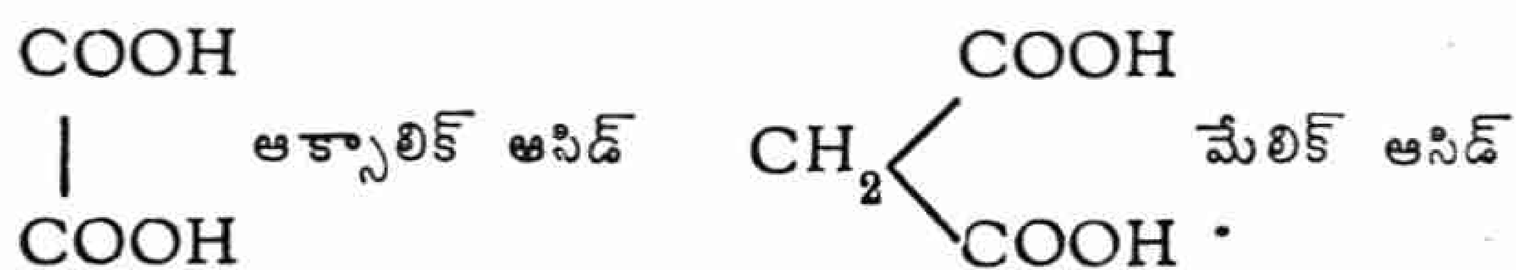
* వజ్రము, ♦ గ్రాఫైట్.

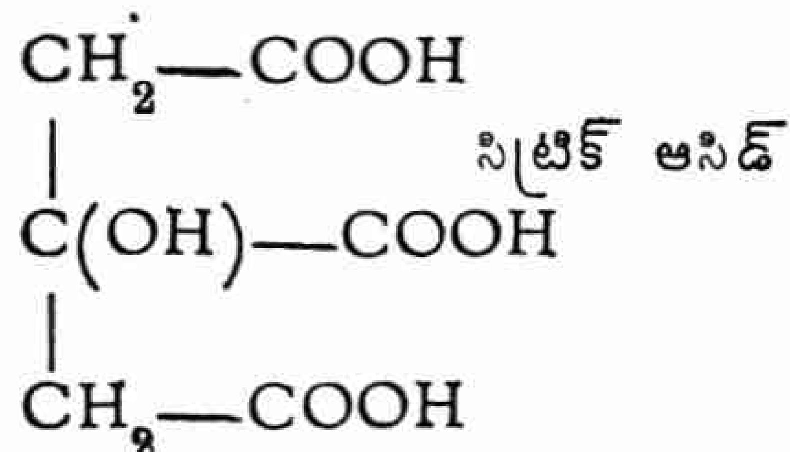
సిలికేట్‌ల రచనలోనే మధ్యమధ్య ఆక్సిజన్ పరమాణువులు గల సిలికన్ పరమాణువలయములు సిద్ధించును (చూ. కార్బన్, సిలికన్, జెర్మేనియమ్, తగరము, సీసము). పి.రా.

**కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు :** కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య తగ్గకుండ హైడ్రోకార్బన్‌లను ఆక్సీకరించినపుడు లభ్యమగు ఆక్సీకృతయౌగికముల క్రమములో కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ చివరది.




కార్బాక్సిల్ (—COOH) గణము కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లయొక్క విశిష్టభాగము. ఒకేగణమున్నచో అమ్లమునకు ఏకకార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ అనియు, ఒకటికన్న ఎక్కువ గణములున్నప్పుడు బహుకార్బాక్సిల్ ఆసిడ్ అనియు పేర్లు.



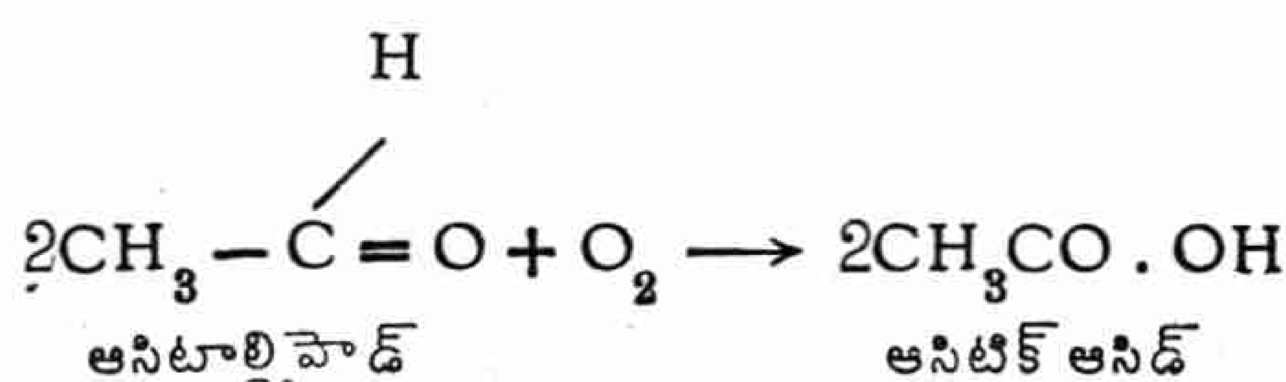

ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్, మేలిక్ ఆసిడ్ ద్విపదామ్లము ; సిట్రిక్ ఆసిడ్ త్రిపదామ్లము.

ఏకపదామ్లములు : ఆలిఫాటిక్ ఏకపదామ్లముల సామాన్య సాంకేతికము $C_nH_{2n+1}COOH$.

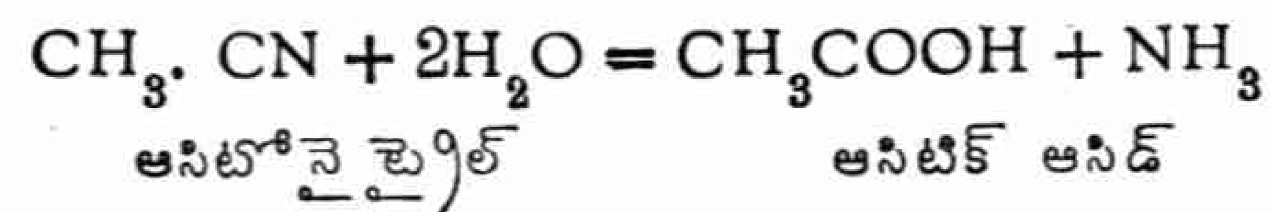
ఏకపదామ్లముల హోమోలగీయశ్రేణి.

| నామము ; సాంకేతికము | దొరకుచోటు |
|---|---|
| ఫార్మిక్ ఆసిడ్ ($HCOOH$) | ఎర్రచీమలశరీరము |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ($CH_3COOH$) | సెనగపులుసు |
| ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్ ($C_2H_5COOH$) | ఫ్యూసెల్ ఆయిల్ |
| బూటిరిక్ ఆసిడ్ ($C_3H_7COOH$) | మురిగిన వెన్న |
| వెలిరియానిక్ ఆసిడ్ ($C_4H_9COOH$) | వెలెరియన్ మూలిక |
| పామిటిక్ ఆసిడ్ ($C_{15}H_{31}COOH$) | కొబ్బరినూనె |
| స్టియరిక్ ఆసిడ్ ($C_{17}H_{35}COOH$) | తిమింగలపుక్రొవ్వు |
| ఆరకిడిక్ ఆసిడ్ ($C_{19}H_{39}COOH$) | వేరుసెనగ |

రచనావిధానములు : ఆల్డిహైడ్‌ల ఆక్సీకరణమువలన :

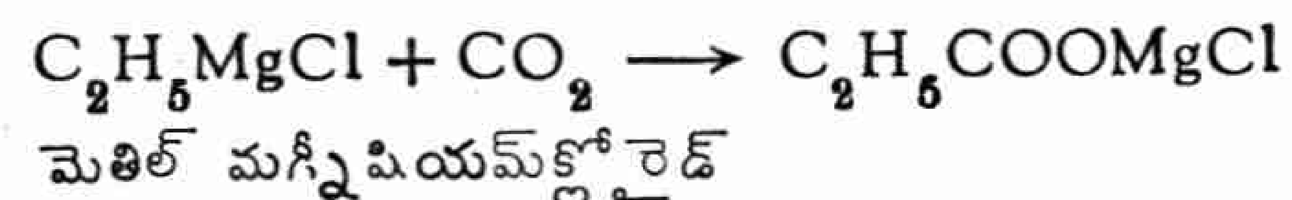


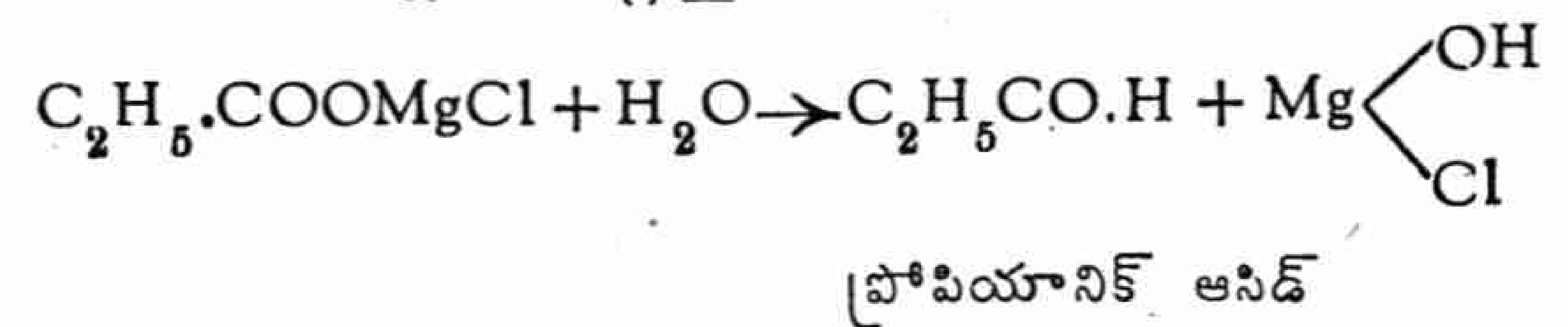

ఆల్కిల్ సైనైడ్‌లు లేదా నైట్రైల్‌ల జలవిశ్లేషణము వలన :




ఈ జలవిశ్లేషణము క్షారపరిసరములోగాని, అకర్బనామ్లముల సమక్షములోగాని జరుగును. అమ్లములను ఉపయోగించినపుడు ఆ అమ్లముయొక్క అమోనియమ్‌లవణము, కార్బన్ ఆసిడ్ సిద్ధించును. క్షారమును ఉపయోగించినపుడు కార్బన్ ఆసిడ్ లవణము, అమోనియా లభించును.

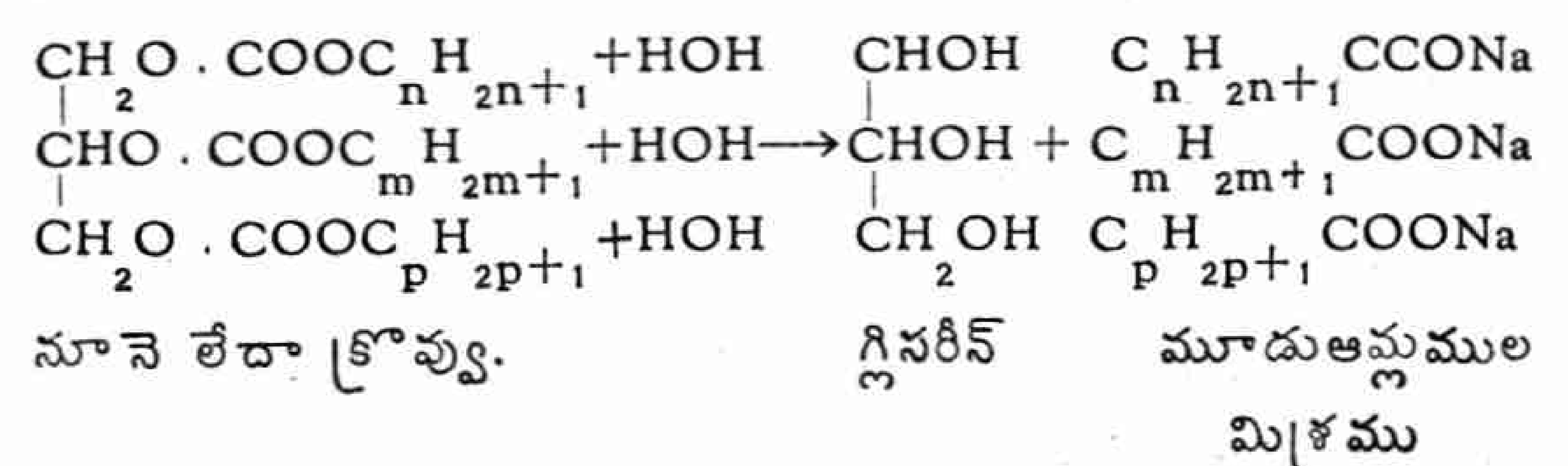
ఆల్కిల్ మగ్నీషియమ్ లవణము (గ్రీన్‌యార్డ్ యౌగికము)ను ఈథర్‌లో కరగించి ఆ ద్రావణములోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపించగా లభ్యమైన యౌగికమును జలముచే విశ్లేషించుట (చూ. కార్బన్ ధాతుయౌగికములు : పు. 262).



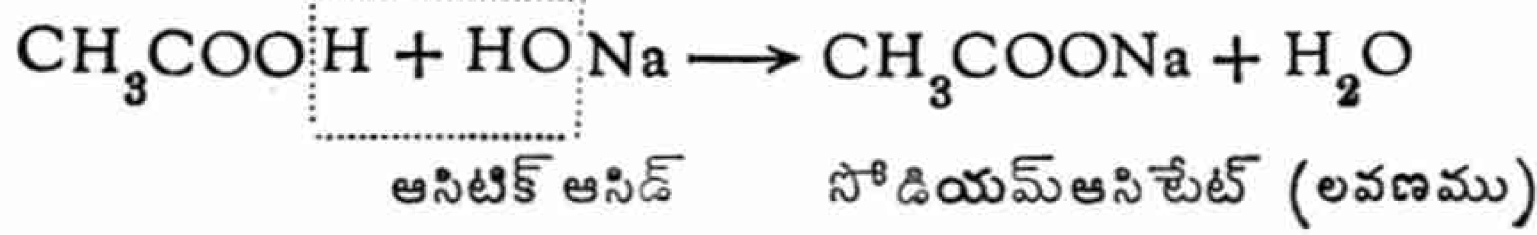

ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్

క్రొవ్వులను, నూనెలను క్షారసంపర్కమున జలవిశ్లేషణము కావించుటవలన అనేక కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లను, వాటి మిశ్రములను రచించవచ్చును. నూనెలు, క్రొవ్వులు ట్రైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్ అగు గ్లిసరీన్ యొక్క ఎస్టర్‌లు: వీటిని క్షారములతో జలవిశ్లేషణము కావించిన అవి ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్, గ్లిసరీన్ అను రెండు భాగములుగా విడిపోవును ;



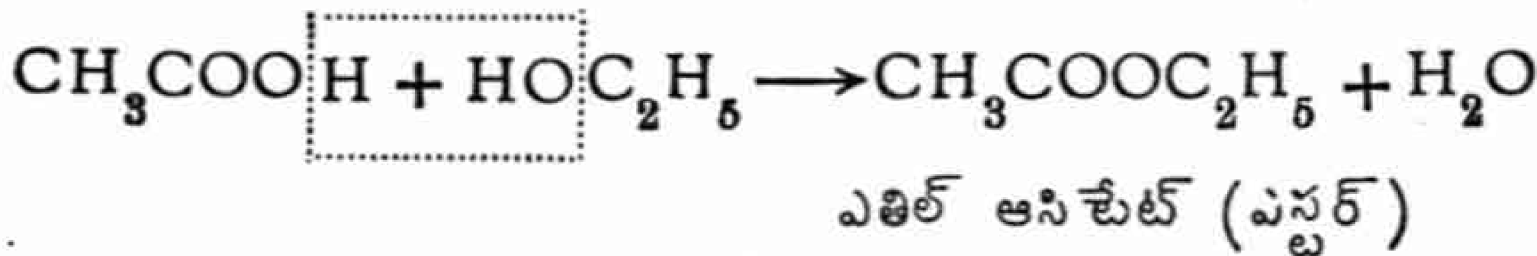

భౌతికధర్మములు : శ్రేణిలో ఆరంభములోనివి ద్రవములు ; మధ్యనుండునవి నూనెవలె జిడ్డుగానుండును ; క్రిందివి స్ఫటికరూపముగల ఘనములు. మొదటి అమ్లములు ఘాటైన వాసనలు గలవి ; మధ్యవి మురిగినవెన్నవలె దుర్వాసనగలవి ; క్రిందివి బాష్పశీలములుకానట్టి వాసనలేని ద్రవ్యములు. మొదటిమూడు అనగా, ఫార్మిక్, ఆసిటిక్, ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్‌లు నీటిలో పూర్తిగా కరుగును. అణుభారము హెచ్చుకొద్ది నీటిలో వీటిద్రావ్యత తగ్గుచు, చివరనున్నవి కరుగనేకరుగవు.

**రాసాయనిక ధర్మములు :** ఈ ఆమ్లములలో నున్న, కార్బాక్సిల్ గణమునందుగల హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు బదులుగా ఏకయోజనీయధాతువు ఆదేశముగా వచ్చినచో కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ యొక్క ధాతులవణములు ఏర్పడును. ధాతువుకు బదులుగా ఆల్కిల్ గణము ($C_nH_{2n+1}$) ఆదేశముగా వచ్చినపుడు ఎస్టర్‌లు ఏర్పడును.



$$CH_3COOH + HONa \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ — సోడియమ్ ఆసిటేట్ (లవణము)

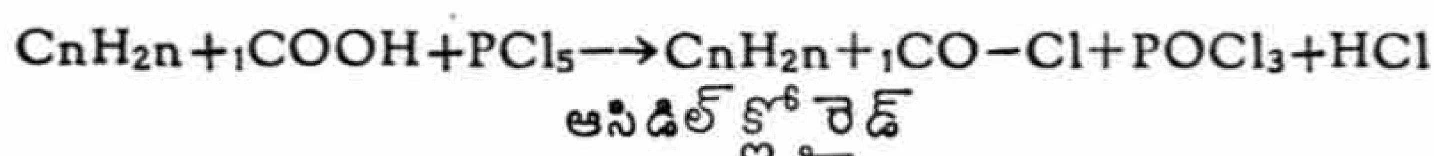


$$CH_3COOH + HOC_2H_5 \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

ఎథిల్ ఆసిటేట్ (ఎస్టర్)

కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్‌ల యందుండు హైడ్రాక్సిల్ (OH) గణము మిక్కిలి రాసాయనిక ప్రవృత్తికలది. Cl, $NH_2$ వంటి పరమాణువులచేగాని, పరమాణుకూటములచేగాని తొలగించబడును.

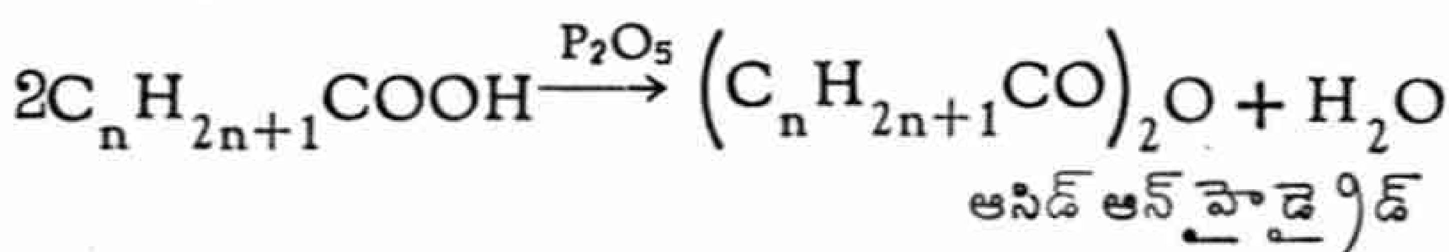
ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ చర్యవలన OH గణము క్లోరిన్‌చే ఆక్రమించబడును :



$$C_nH_{2n+1}COOH + PCl_5 \longrightarrow C_nH_{2n+1}CO-Cl + POCl_3 + HCl$$

ఆసిడిల్ క్లోరైడ్

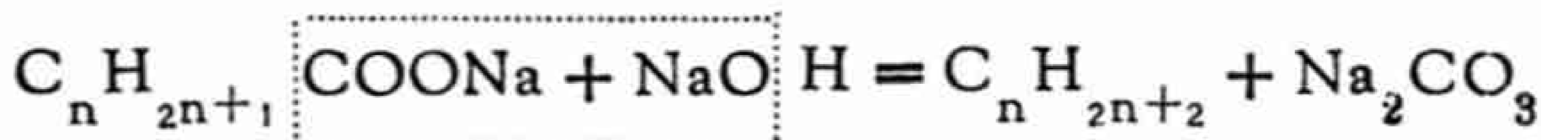
కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్‌ను నీటిని పీల్చెడిద్రవ్యములు అన్‌హైడ్రైడ్‌లుగా అనగా నిర్జలములుగా మార్చును.



$$2C_nH_{2n+1}COOH \xrightarrow{P_2O_5} (C_nH_{2n+1}CO)_2O + H_2O$$

ఆసిడ్ అన్‌హైడ్రైడ్

కార్బాక్సిల్ గణము ఉచితపరిస్థితులలో $CO_2$ వాయువును విడిచిపెట్టి, అందున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఆల్కిల్ గణముతో కలిసి పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్ ఏర్పడును (చూ. హైడ్రోకార్బన్‌లు).

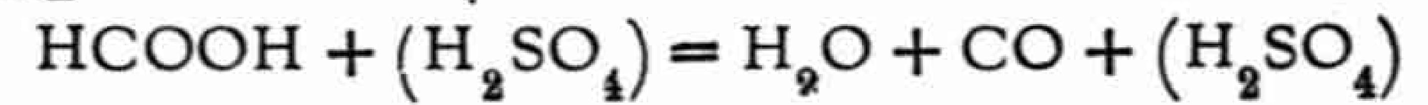


$$C_nH_{2n+1}COONa + NaOH = C_nH_{2n+2} + Na_2CO_3$$

ఈ ప్రక్రియకు వికార్బానీకరణము అని పేరు.

**ఫార్మిక్ ఆసిడ్ :** సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ చూర్ణమును ఎనిమిది వాతావరణముల ఒత్తిడిలోనున్న కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌తో కలిపి వేడిచేయుటవలన సోడియమ్ ఫార్మేట్ లభించును. ఈ పద్ధతి పారిశ్రామికముగా ముఖ్యమైనది. మెథిల్ ఆల్కహాల్ కార్బన్ మోనాక్సైడ్ నుండి చౌకగా తయారగును. కనుక ఇటీవల మెథిల్ ఆల్కహాల్ యొక్క ఆక్సీకరణముకూడ ఫార్మిక్ ఆసిడ్ రచనకు చాల ప్రధానమైన ప్రక్రియగా పరిణమించినది.

**గుణములు :** కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లలో నెల్ల ఫార్మిక్ ఆసిడ్ చాల బలమైనది. గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినపుడు నీటినికోలుపోయి కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌గా మారును. ప్రబలఆక్సీహర ద్రవ్యమగుటవలన సిల్వర్ నైట్రేట్ నుండి ధాతువును వేరుచేయును.



$$HCOOH + (H_2SO_4) = H_2O + CO + (H_2SO_4)$$

వస్త్రములకు రంగువేయుటకు వర్ణబంధకముగా వాడుకలో ఉన్నది. దీనికి సూక్ష్మజీవినాశకగుణ ముండుటచే, ఫలరసములు చెడిపోకుండ ఉంచుటకు దీనిని కలుపుదురు.

**ఆసిటిక్ ఆసిడ్ :** సిరకా లేదా సెనగపులుసులో ఇది ముఖ్యమైనద్రవ్యము. సారాయిని పులియబెట్టి సిరకాను తయారుచేయుదురు :

**సిరకాచేయు విధానము :** ఆల్కహాల్ ద్రావణమును పొడుగైన తొట్టెలలోనికి బిందువులుగాపడునట్లు చేయుదురు. ఆ తొట్టెలలో అమర్చిన అరలపైని సిరకాలో ముంచిన కర్రముక్కల ఉంచుదురు. దీనిమూలమున ఆల్కహాల్‌ను సిరకాగా మార్చునట్టి పులియుప్రక్రియకు ఆవశ్యకమగు సూక్ష్మజీవులు విరివిగా తయారగును. తాపక్రమమును 30°C వద్ద నిలిపి తొట్టెలలోనికి క్రిందినుండి గాలిని మీదికి ప్రవహింపజేయుదురు. ఇట్టిప్రక్రియ వారము, పది రోజులవరకు సాగించుదురు. ఈ ప్రక్రియలో ఆల్కహాల్ సూక్ష్మజీవిసంపర్కమువలన గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్‌చే ఆక్సీకరించబడును.

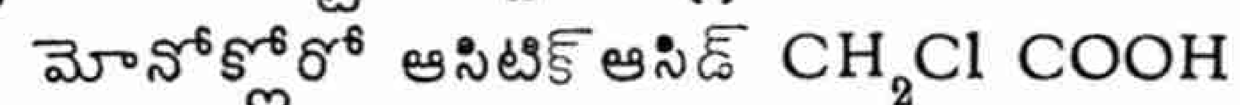


$$C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

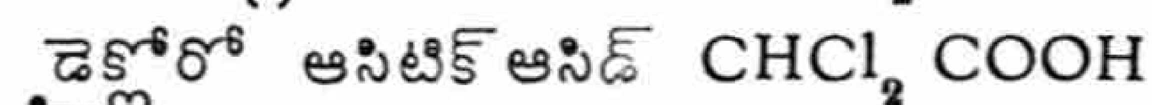
ఇదిగాక పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్‌నుండికూడ దీనిని తయారుచేయవచ్చును. (చూ. ఆల్కహాల్‌లు : మెథిల్ ఆల్కహాల్ పు. 191). నేటి మరియొక ముఖ్యమైన రచనావిధానమునందు కాల్సియమ్ కార్బైడ్‌నుండి లభించునట్టి ఆసిటిలీన్ వాయువు ముడిద్రవ్యము. ఆసిటిలీన్ రాసాయనికముగా జలముతో కూడి ఆసిటాల్డిహైడ్‌ను ఇచ్చును. దానిని ఆక్సీహరించుటవలన ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును.

**భౌతికగుణములు :** స్వచ్ఛమైనఆమ్లము. తీక్ష్ణమైనవాసన గలిగి తేటగానుండు ద్రవము. నిర్జలామ్లము 16·7°C వద్ద గడ్డకట్టును. ఈ గడ్డను కరగించగా వచ్చిన శుద్ధమైన ఆమ్లమునకు గ్లేషియల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్ అని పేరు (క్వథనాంకము 118°C).

**రాసాయనిక ధర్మములు :** ఏక కార్బాక్సిల్ గణముకల ద్వైక్షారములతోను, ధాతుఆక్సైడ్‌లతోను నీటిలో కరిగెడి స్వభావముగల ఆసిటేట్‌లను ఇచ్చును. మరుగుచున్న ఆమ్లములోనికి క్లోరిన్ పంపినచో ఆమ్లమును ప్రవేశించిన క్లోరిన్ రాశినిపట్టి వేర్వేరు ఆమ్లములు లభించును.



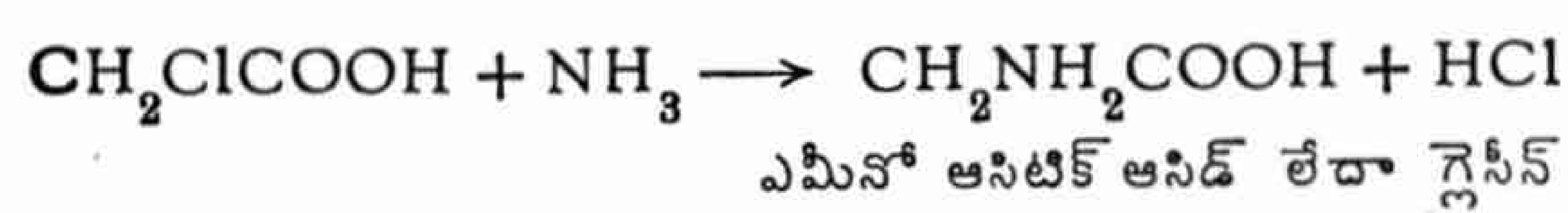
మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ $CH_2Cl\ COOH$



డైక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ $CHCl_2\ COOH$

ట్రైక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ $CCl_3COOH$

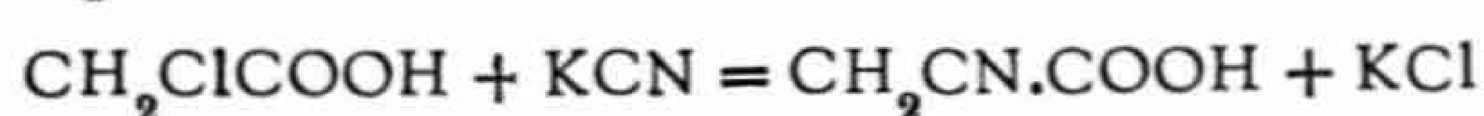
ఈ క్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌లు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కన్న చాల బలవత్తరమైనవి; చాల చురుకైనవి. మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌పై అమోనియా చర్యవలన క్లోరిన్ స్థానమును $NH_2$ గణము ఆక్రమించును.



$$CH_2ClCOOH + NH_3 \longrightarrow CH_2NH_2COOH + HCl$$

ఎమినో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ లేదా గ్లైసిన్

మోనోక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌పై పొటాసియమ్ సైనైడ్ చర్యవలన సైనోఆసిటిక్ ఆసిడ్ తయారగును.

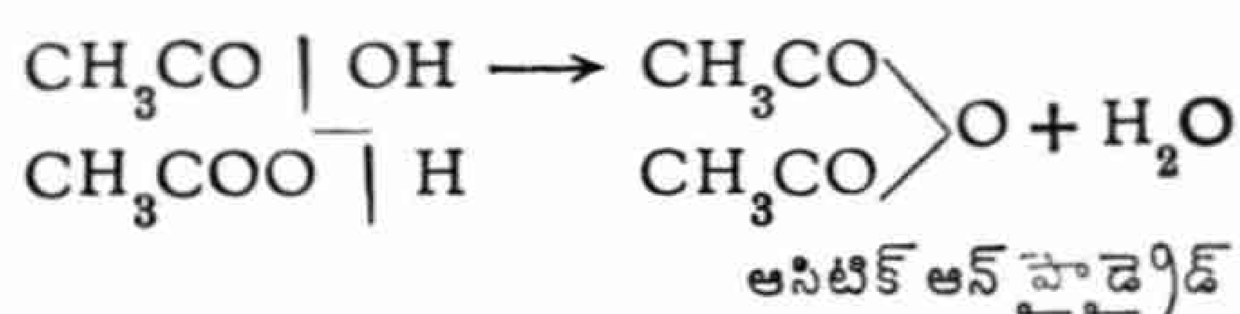


$$CH_2ClCOOH + KCN = CH_2CN.COOH + KCl$$

పారిశ్రామికముగా ఉపయోగించు కాల్సియమ్, కాపర్, లెడ్ ఆసిటేట్‌లను తయారుచేయుటయందు ఆసిటిక్ ఆసిడ్ ముఖ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. పి. సూ. ప్ర. రా.

**కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు :** కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నములుగా భావించతగ్గ యౌగికములు నాలుగు ప్రధానవర్గములుగా ఉన్నవి. 1. అన్‌హైడ్రైడ్‌లు, 2. ఆసిడ్ క్లోరైడ్‌లు, 3. ఆసిడ్ ఎమైడ్‌లు, 4. ఎస్టర్‌లు.

**అన్‌హైడ్రైడ్‌లు :** ఆమ్లముల నుండి నీటిని తొలగించగా లభ్యమగు యౌగికములకు అన్‌హైడ్రైడ్‌లని పేరు.



$$\begin{matrix} CH_3CO \mid OH \\ CH_3COO \mid H \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} CH_3CO \\ CH_3CO \end{matrix} \Big\rangle O + H_2O$$

ఆసిటిక్ అన్‌హైడ్రైడ్

ఆమ్లము యొక్క సోడియమ్ లవణముతో, దాని క్లోరైడ్‌ను వేడిచేయుటవలన అన్‌హైడ్రైడ్ లభించును :

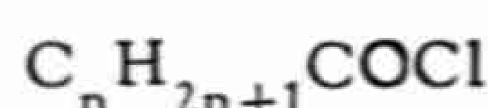


$$CH_3CCO\,Cl + Na\,OOC.CH_3 \longrightarrow \begin{matrix} CH_3\,CO \\ CH_3\,CO \end{matrix} \Big\rangle O$$

ఆసిటిక్ క్లోరైడ్ — ఆసిటిక్ అన్‌హైడ్రైడ్

ఈ యౌగికములలో మీదివి ద్రవములు; క్రిందివి ఘనములు.

**ఆసిడ్ క్లోరైడ్‌లు :** వీటి సామాన్యసాంకేతికము :



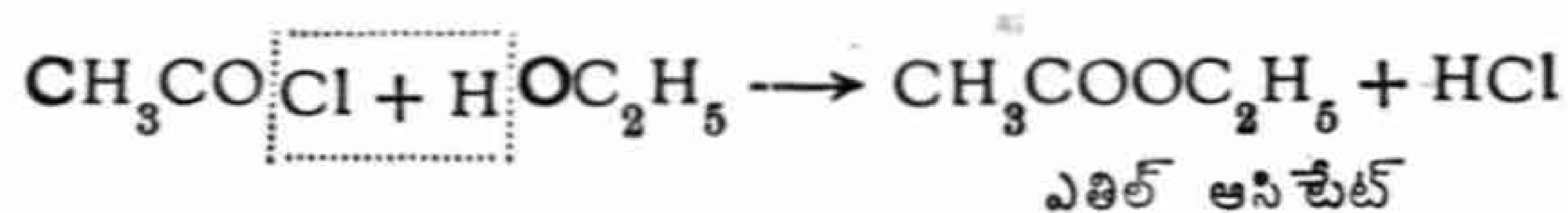
$$C_nH_{2n+1}COCl$$

ఆమ్లములపై ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ యొక్క చర్యవలన వీటిని తయారుచేయవచ్చును :



$$RCOOH + PCl_5 \longrightarrow RCOCl + HCl + POCl_3$$

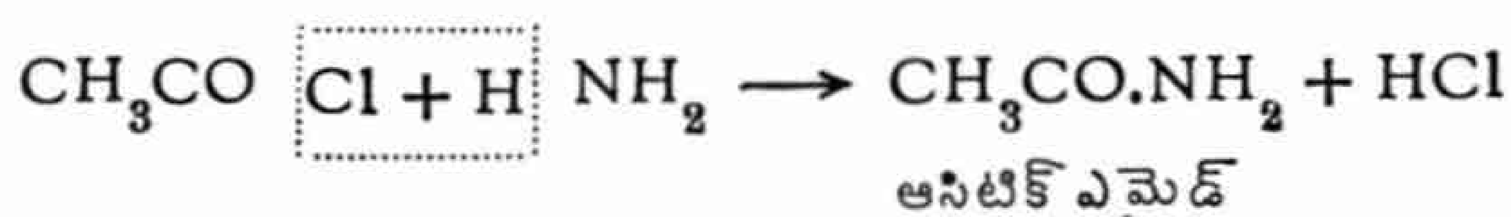
ఇవి రంగులేని ద్రవములు. నీటితో చేర్చినపుడు విశ్లేషించి ఆమ్లము, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లముల క్రింద విడిపోవును. ఆల్కహాల్‌లతో ఎస్టర్‌లు లభ్యమగును.



$$CH_3CO\,Cl + H\,OC_2H_5 \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + HCl$$

ఎథిల్ ఆసిటేట్

అమోనియాతో ఆసిడ్ ఎమైడ్‌లను ఇచ్చును.



$$CH_3CO\,Cl + H\,NH_2 \longrightarrow CH_3CO.NH_2 + HCl$$

ఆసిటిక్ ఎమైడ్

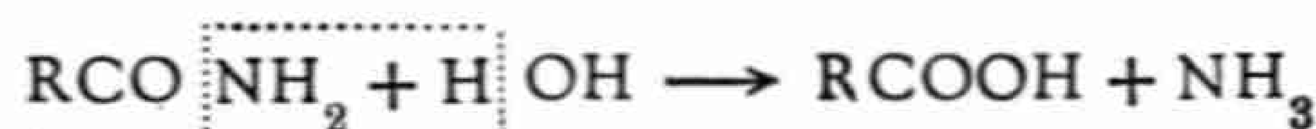
**ఆసిడ్ ఎమైడ్‌లు** ($R.CO.NH_2$) **:** ఆసిడ్‌క్లోరైడ్‌పై అమోనియా చర్యవలన ఏర్పడును :



$$CH_3CO\,Cl + H\,NH_2 \longrightarrow CH_3CO.NH_2 + HCl$$

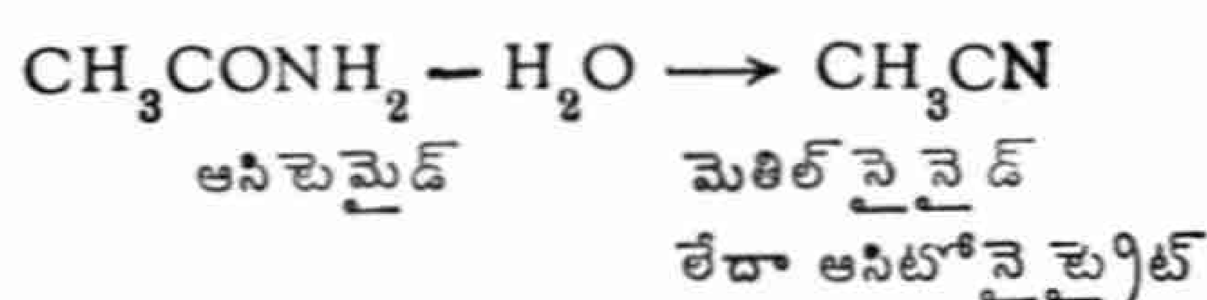
ఒక్క ఫార్మామైడ్ తప్ప తక్కిన ఎమైడ్‌లన్నియు స్ఫటిక ఘనద్రవ్యములు.

వీటిని సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణముతో వేడిచేసినపుడు జలవిశ్లేషణము జరిగి ఆమ్లము, అమోనియా ఏర్పడును:



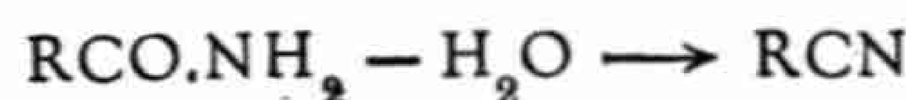
$$RCO\,NH_2 + H\,OH \longrightarrow RCOOH + NH_3$$

జలవిసర్జనవలన నైట్రైల్‌లు లేదా సైనైడ్‌లు ఏర్పడును :



$$CH_3CONH_2 - H_2O \longrightarrow CH_3CN$$

ఆసిటమైడ్ — మెథిల్ సైనైడ్ లేదా ఆసిటోనైట్రైల్



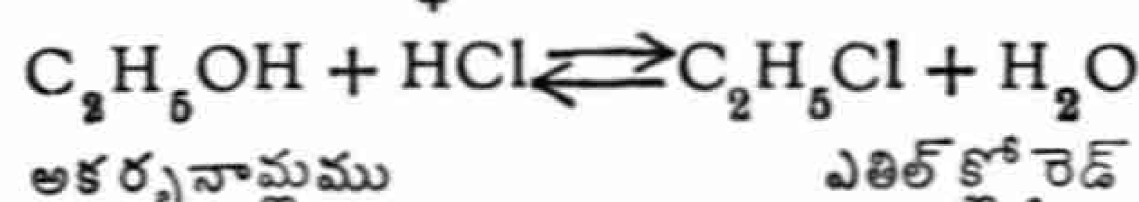
$$RCO.NH_2 - H_2O \longrightarrow RCN$$

నైట్రస్ ఆసిడ్ చర్యవలన ఆమ్లము, నైట్రోజన్ వాయువు ఏర్పడును.



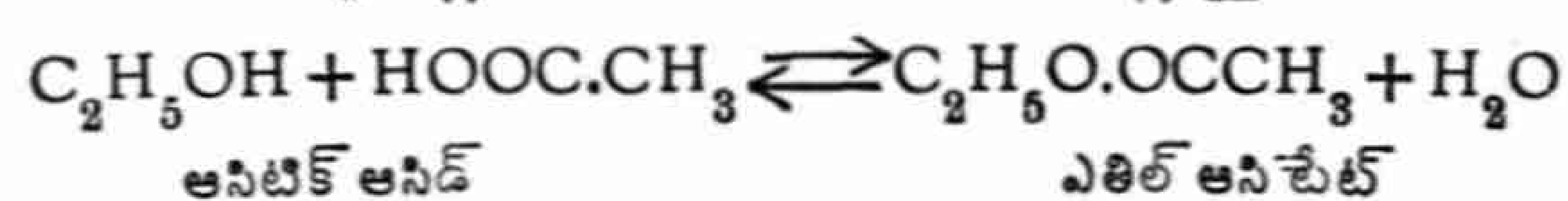
$$RCONH_2 + HNO_2 \longrightarrow RCOOH + N_2 + H_2O$$

**ఎస్టర్‌లు :** అకర్బనరాసాయనికశాస్త్రమందు ఆమ్లముల, లవణాధారముల పరస్పర తటస్థీకరణమువలన లవణములు ఎట్లు సిద్ధించునో అట్లే కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లచే గాని, అకర్బనామ్లములచేగాని ఆల్కహాల్‌లను తటస్థీకరించినపుడు ఎస్టర్‌లు లభ్యమగును. ఈ తటస్థీకరణమునకు 'ఎస్టరీకరణ'మని పేరు. ఈ ప్రక్రియ సాధారణముగా పూర్తిగా సాగదు. ఏలన ఎస్టరీకరణప్రక్రియ కొంత వరకు సాగిన తరువాత, దానికి ఎదిరిప్రక్రియయగు జలవిశ్లేషణము ప్రారంభమై, కొంతకాలమైన తరువాత రెండు ప్రక్రియలును సమతాస్థితికి చేరును.



$$C_2H_5OH + HCl \rightleftarrows C_2H_5Cl + H_2O$$

అకర్బనామ్లము — ఎథిల్ క్లోరైడ్



$$C_2H_5OH + HOOC.CH_3 \rightleftarrows C_2H_5O.OCCH_3 + H_2O$$

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ — ఎథిల్ ఆసిటేట్

శీతలపరిస్థితిలో ఈ సమతాస్థితి సంభవించుటకు కొన్ని రోజులు పట్టును. వేడిచేసినచో ఎస్టరీకరణము చురుకుగా

సాగును. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు ఎస్టరీకరణమందు అకర్బ నామ్లములగు హైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లు ప్రేరక ద్రవ్యములుగా ఆచరించును.

ఎస్టర్‌లను రచించుటకుపయోగించు మరియొక విధానము కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌ల సిల్వర్ లవణములపై, ఆల్కిల్ హేలైడ్‌లచర్య. దీనివలన ఎస్టర్ అధికముగా లభ్యమగును.

$$C_nH_{2n+1}COO\,Ag + I\,C_2H_5 = C_nH_{2n+1}COOC_2H_5 + AgI$$

సిల్వర్ లవణము — ఎస్టర్

గుణములు : ఎస్టర్‌లు తటస్థగుణముగల ద్రవములు. నీరుగాని, తేమగాని ఎస్టర్‌లను మెల్లగా ఆమ్లముగాను, ఆల్కహాల్ గాను మార్చును. పారిశ్రామికముగా ఈ జలవిశ్లేషణ మావశ్యకమైనపుడు, దానిని అకర్బనక్షారముల సన్నిధియందు కావింతురు. కాని కావలసినద్రవ్యము క్షారముయొక్క చర్యచే పాడగుపరిస్థితులలో జలవిశ్లేషణమును ఆమ్లములచే కావింతురు.

బహుపదామ్లములు, ద్విపదామ్లములు.

ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ $(COOH \cdot COOH)$

మెలోనిక్ ఆసిడ్ $(COOH \cdot CH_2 \cdot COOH)$

సక్సినిక్ ఆసిడ్ $(COOH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH)$

గ్లూటారిక్ ఆసిడ్ $(COOHCH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH)$

రచనా విధానములు : డైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్‌ల ఆక్సీకరణము : గ్లైకోల్ $(CH_2OH \cdot CH_2OH)$ యొక్క ఆక్సీకరణమువలన ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ లభించును.

డైసైనైడ్‌ల జలవిశ్లేషణము :

$$\begin{matrix} CH_2 \cdot CN \\ | \\ CH_2 \cdot CN \end{matrix} + \begin{matrix} 2H_2O \\ \\ 2H_2O \end{matrix} \rightleftarrows \begin{matrix} CH_2 \cdot COOH \\ \\ CH_2 \cdot COOH \end{matrix} + 2NH_3$$

ఎతిలీన్ డైసైనైడ్ — సక్సినిక్ ఆసిడ్

గుణములు : ద్విపదామ్లముల గుణములు సామాన్యముగా ఏకపదామ్లములవాటివలెనే ఉండును. రెండు కార్బాక్సిల్ గణములు పరస్పరసన్నిహితముగా ఉండుటచే కలిగిన విశిష్టగుణములు ఈ ద్విపదామ్లములకు కలవు. మొదటిరెండుఆమ్లములు అనగా ఆక్సాలిక్, మెలోనిక్ ఆసిడ్‌లు వేడిచేసినప్పుడు ఒక కార్బాక్సిల్ గణమునుండి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ పైకిపోయి తదనుగుణమైన ఏకపదామ్లము ఏర్పడును :

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COO\,H \end{matrix} \rightleftarrows H \cdot COOH + CO_2$$

ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ — ఫార్మిక్ ఆసిడ్

$$CH_2\begin{matrix} \diagup COOH \\ \diagdown COO\,H \end{matrix} \rightarrow CH_2\begin{matrix} \diagup COOH \\ \diagdown H \end{matrix} \rightarrow CH_3 \cdot COOH + CO_2$$

ఆసిటిక్ ఆసిడ్

సక్సినిక్ ఆసిడ్, దానితరువాతనున్నవి, వేడిచేయునప్పుడు నీటిని కోలుపోయి వలయ అన్‌హైడ్రైడ్‌లు ఏర్పడును.

$$\begin{matrix} CH_2-CO\,OH \\ | \\ CH_2-COO\,H \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} CH_2-CO \\ | \\ CH_2-CO \end{matrix}\!\!>O$$

ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ లవణరూపమున వృక్షములయందు చాల విస్తృతముగా నుండును. దీని కాల్సియమ్‌లవణము జీవకణములమధ్యను, జీవకణకుడ్యములందును ఉండును. దీని ఆమ్లపొటాసియమ్‌లవణము చుక్కకూరలో ఉండును.

పారిశ్రామికముగా రంపపుపొట్టును సోడాక్షారముతో $200°C$ వద్ద వేడిచేయుటవలన లభించును. చల్లారినతరువాత నీటిలో కరగించి వడపోసి, ఇగిర్చి, సాంద్రీకరించినచో సోడియమ్‌ఆక్సలేట్ లభ్యమగును. దీనినుండి అద్రావ్యమగు కాల్సియమ్ లవణముద్వారా ఆక్సాలిక్ ఆమ్లమును వేరుచేయవచ్చును. $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినచో $CO, CO_2, H_2O$ క్రింద విడిపోవును.

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow H_2O + CO_2 + CO$$

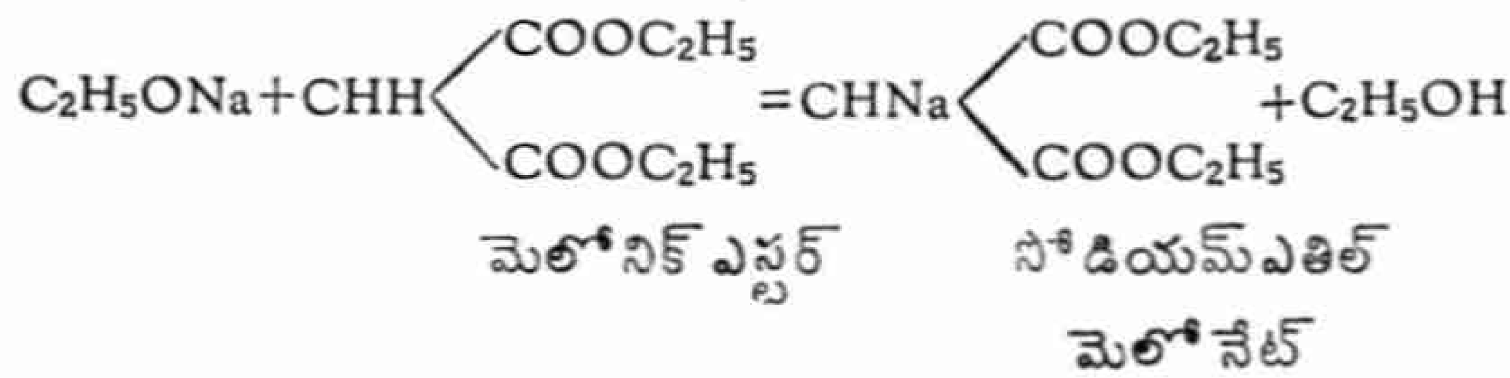
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్‌చే సంపూర్ణముగా ఆక్సీకరించబడును. వస్త్రములకు రంగువేయుటలో వర్ణబంధకముగా ఉపయోగించుటయేగాక అనేకవర్ణద్రవ్యములను, సిరాను, తయారుచేయుటలో మిక్కిలిగా వాడుకయగుచున్నది.

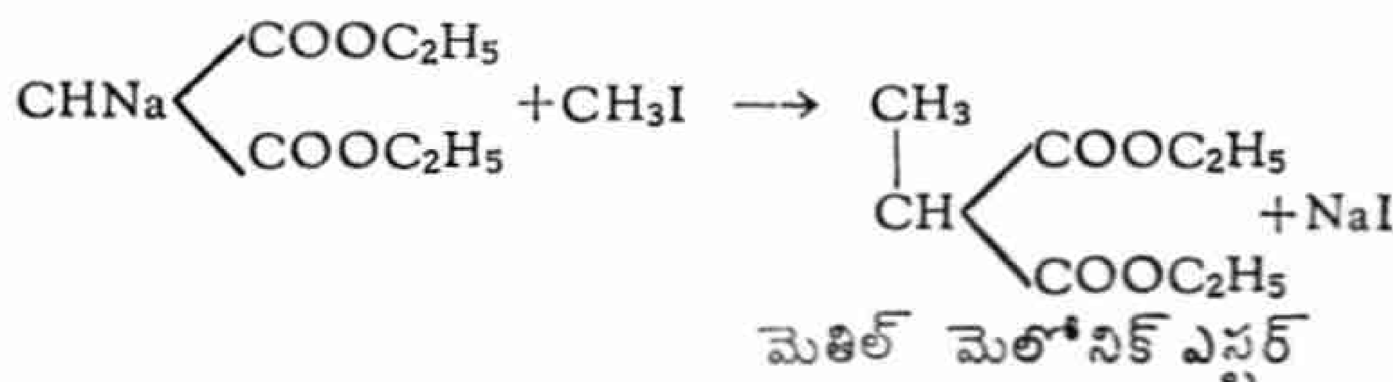
మెలోనిక్ ఆసిడ్ : $\left(CH_2\begin{matrix} \diagup COOH \\ \diagdown COOH \end{matrix}\right)$ బీటుదుంపల రసములో నుండును. దీనిని మోనోక్లోరాసిటిక్ ఆసిడ్‌నుండి పొటాసియమ్ సైనైడ్ చర్యవలన తయారుచేయవచ్చును.

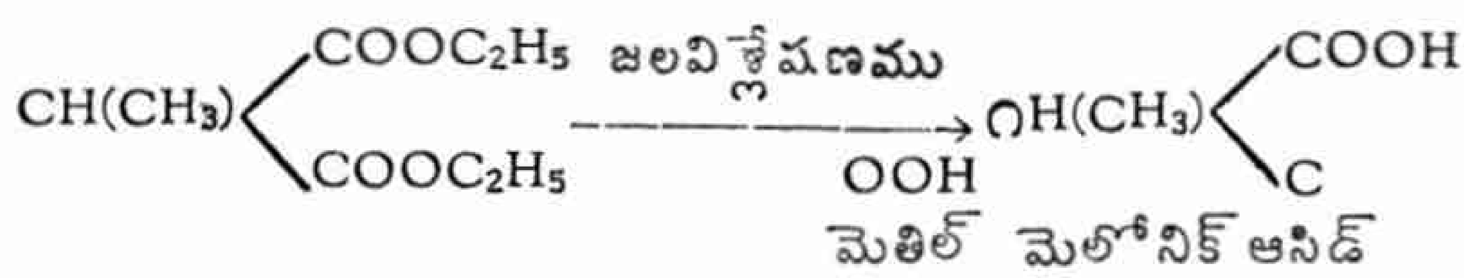
$$ClH_2COOH \xrightarrow{KCN} CNCH_2COOH \xrightarrow{H_2O} HOOC \cdot CH_2COOH$$

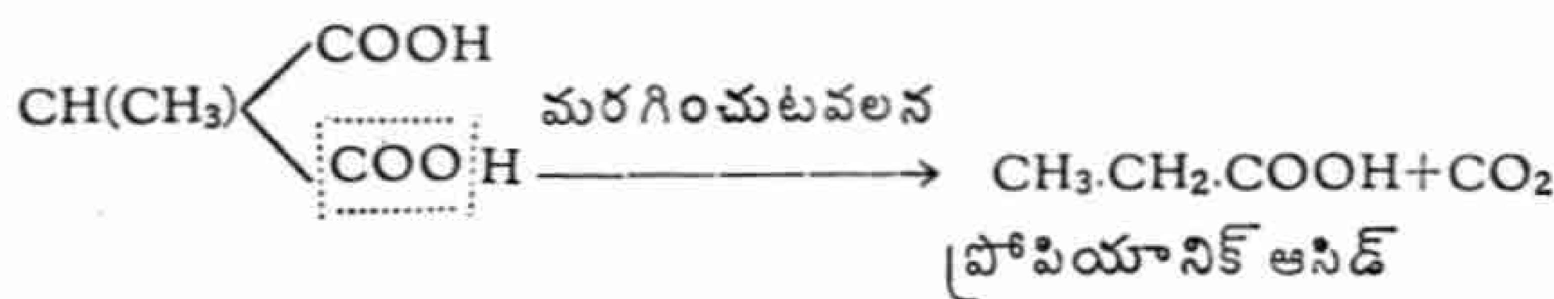
మెలోనిక్ ఆసిడ్‌నందు రెండుకార్బాక్సిల్ గణముల మధ్యనున్న మెథిలీన్ $(CH_2)$ గణము రాసాయనికముగా చాలచురుకైనది. దాని రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒక దానితరువాతనొకటి సోడియమ్‌ధాతువుచే తొలగించవచ్చును. సోడియమ్‌వ్యుత్పన్నములయందు సోడియమ్ స్థానమున అనేకవిధములగు ఆల్కిల్ గణములను ఆదేశముగా ప్రవేశపెట్టి పెక్కురకముల సంతృప్త ఏకపద, ద్విపదామ్లములను, అసంతృప్త ఏకపదామ్లములను సులభముగా తయారుచేయవచ్చును.

ఈ సంయోజన విధానము కేవల మెలోనిక్ ఆసిడ్‌తో జరుగదు; దాని డైఎథిల్ ఎస్టర్‌తో సాధించవలెను. ఏలన ప్రత్యేకామ్లముతో ఏదేని రాసాయనిక ప్రక్రియను జరిగించినప్పుడు అది రాసాయనికముగా విడిపోవును. కార్బన్ శాస్త్రమందు ఈ సంయోజనప్రకరణమునకు మెలోనిక్ ఎస్టర్ సంయోజన మని పేరు. క్రింది ఉదాహరణము వలన ఈ ప్రక్రియ విశదమగును :




ఇట్లు సంయోజనీయప్రక్రియలకు వీలిచ్చు చురుకైన మెథిలీన్ గణము ($-CH_2-$) ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ నందుకూడ కలదు.

త్రిపదామ్లములు : కేవల త్రిపదామ్లము లంతగా ముఖ్యమైనవి కావు. నిమ్మ, దబ్బ జాతుల పండ్లలోనుండు పులుపు రసమునకు కారణమగు సిట్రికామ్లము హైడ్రాక్సీగణము గల త్రిపదామ్లము.

అసంతృప్త ఏకపదామ్లములు : వీటిలో మొదటివి ఆక్రిలిక్ ఆసిడ్ ($CH_2 : CH . COOH$), క్రోటానిక్ ఆసిడ్ ($CH_3 CH : CH . COOH$). అమ్లములను రచించు మామూలుపద్ధతులను ఉపయోగించి వీటిని తయారుచేయ వచ్చును. ఈ శ్రేణికి చెందిన ఒలీక్ ఆసిడ్ సాధారణముగా మనము వాడు నువ్వులు, ఒలిశల, కొబ్బరి, బాదము, ఆలివు మొదలగు నూనెలలో ఉండును. దీని సాంకేతికము :



$$CH_3(CH_2)_7.CH:CH(CH_2)_7.COOH$$

అసంతృప్త ద్విపదామ్లములు : ఎథిలీన్ ($CH_2 : CH_2$) నుండి వ్యుత్పన్నమైన మెలీయిక్, ఫ్యుమేరిక్ ఆమ్లములు ముఖ్యమైనవి. ఈ రెండిటి అణుసాంకేతిక మొక్కటే $(CH)_2 (COOH)_2$. ఇవి రెండును జ్యామితీయ సమాంగతాసంఘటనకు తొలిఉదాహరణములగుటచే వీటి గుణములచర్చ కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రమందు పెల్లుగా పెరిగినది (చూ. జ్యామితీయసమాంగరూపత).

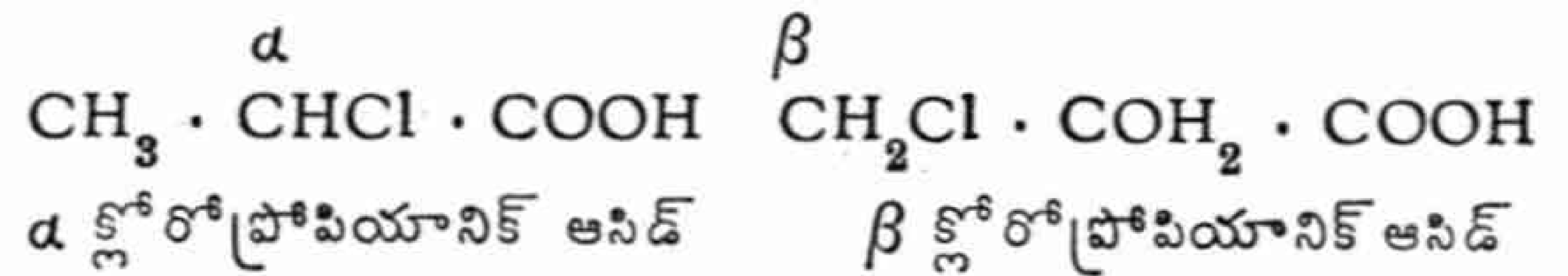
**ప్రతిస్థాపిత కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ :** కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ యొక్క చివర నుండు కార్బాక్సిల్ గణమునకు వరుసగా వెనుక నుండు ఏ ఆల్కిల్ గణము యొక్క హైడ్రోజన్ స్థానమునందైనను, హేలొజన్, హైడ్రాక్సీ (OH), ఎమినో గణములు వచ్చిన ఆ ఆమ్లములకు ప్రతిస్థాపితఆమ్లములని పేరు. వీటిలో ప్రధానవర్గములు : 1. హేలొజన్ ఆసిడ్‌లు; 2. హైడ్రాక్సీఆసిడ్‌లు; 3. ఎమీనోఆసిడ్‌లు.

ఉదాహరణము - ఆసిటిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నమైన :

1. మోనోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ($CH_2Cl . COOH$)
2. హైడ్రాక్సీఆసిడ్ ($CH_2OH . COOH$)
3. ఎమీనోఆసిడ్ ($CH_2NH_2 . COOH$)

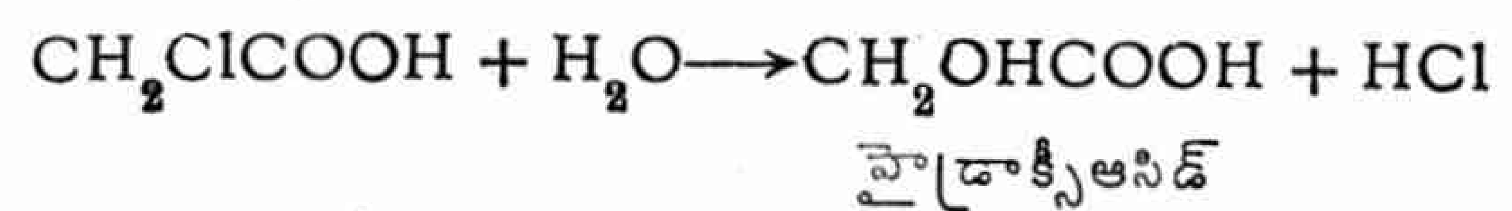
ఆదేశముగా వచ్చిన గణము కార్బాక్సిల్ గణమునకు సాపేక్షముగా తీసికొన్నస్థానమునుబట్టి, ఈ ప్రతిస్థాపిత యౌగికములకు α, β, γ - ప్రతిస్థాపిత ఆమ్లములని పేరు.

హేలొజన్ ప్రతిస్థాపితయౌగికములు : ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్‌లో COOH గణముకాక $CH_3-$, $CH_2=$, అను రెండు ఆల్కిల్ గణములుండుటచే రెండుభిన్నప్రతిస్థాపన స్థానములు ఉన్నవి. వీటి కనుగుణముగ రెండు మోనోక్లోరోప్రోపియానిక్ ఆసిడ్‌లు కలవు.



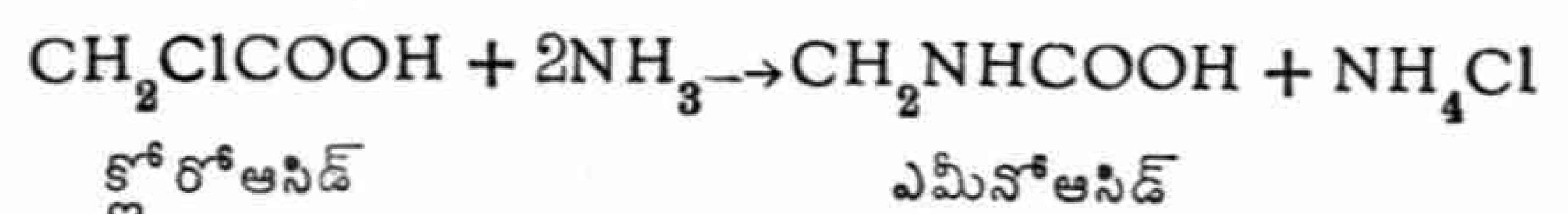

క్లోరోఆసిటిక్ ఆసిడ్‌ను రచియించు విధానములోవలె హేలొజన్‌ని ఆమ్లముతో ప్రత్యక్షసంపర్కమునకు తెచ్చినపుడు హేలొజన్ పరమాణువు ఎప్పుడును ఆమ్లాణు రచనలో α - స్థానమునే తప్పక స్వీకరించును. β - ప్రతిస్థాపితామ్లములను తయారుచేయవలెనని విశేష విధానములను ఉపయోగించవలెను.

ఈ హేలొజన్ ప్రతిస్థాపితామ్లములు, హేలొజన్ ప్రతిస్థాపిత హైడ్రోకార్బన్‌లవలె చాల చురుకైనవి. తక్కిన వర్గములకుచెందిన ప్రతిస్థాపితామ్లములను రచించుటకు ఇవి మొదటి ద్రవ్యములుగా ఆచరించును.



$$CH_2ClCOOH + H_2O \longrightarrow CH_2OHCOOH + HCl$$



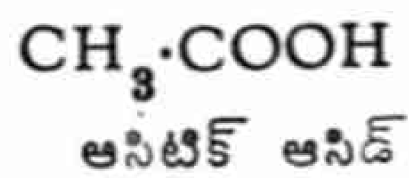


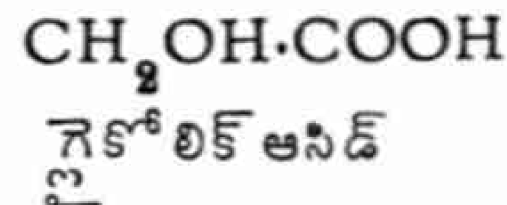
$$CH_2ClCOOH + 2NH_3 \rightarrow CH_2NHCOOH + NH_4Cl$$



హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్‌లు : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ నందుండు ఆల్కిల్ గణములకు చెందిన హైడ్రోజన్ యొక్క స్థాన

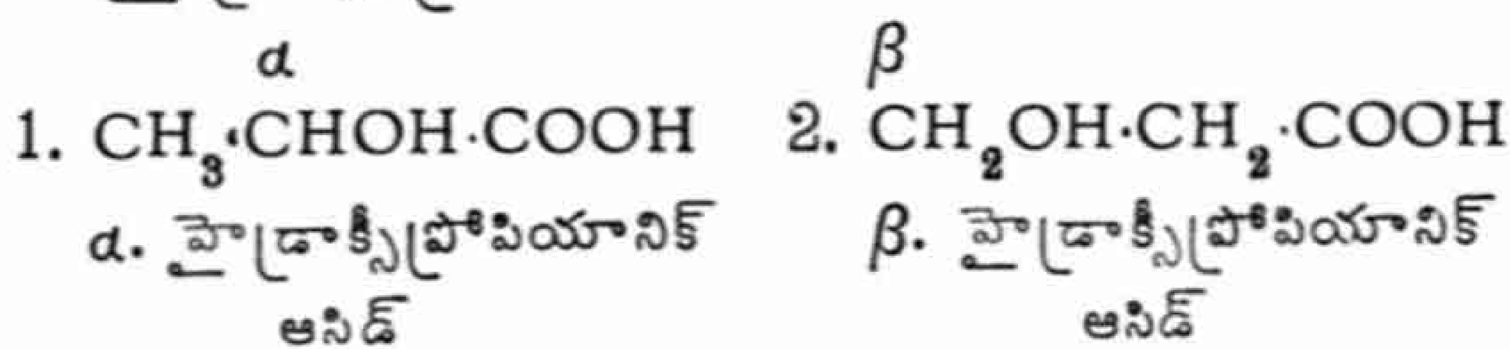
మును హైడ్రాక్సిల్ గణము (OH) ఆక్రమించినచో, హైడ్రాక్సిఆసిడ్‌లు ఏర్పడును.



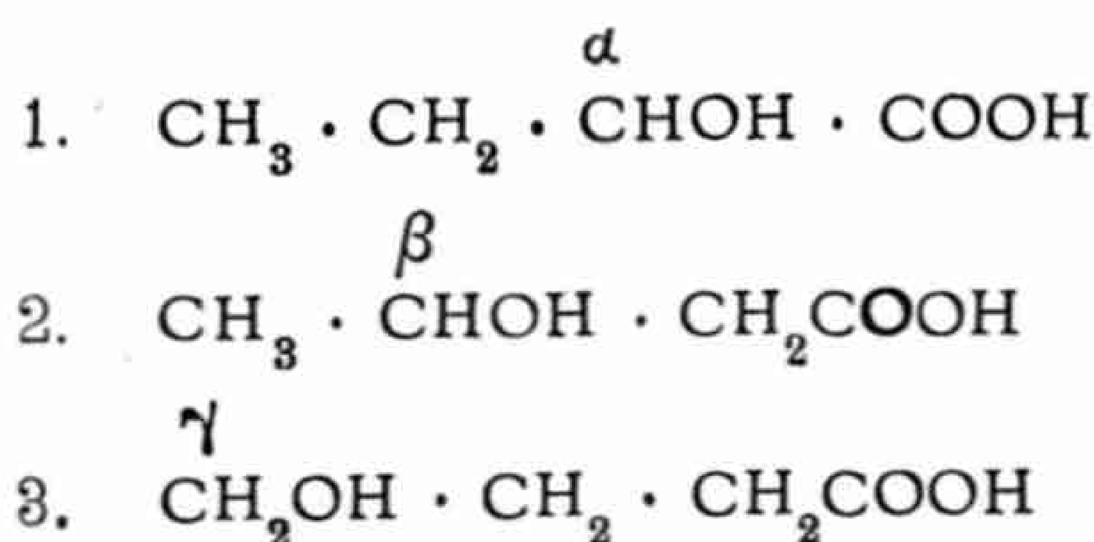




ఒకే అణుసాంకేతికముగల ఆమ్లమందు కార్బాక్సిల్ గణమునకు సాపేక్షముగా హైడ్రాక్సిల్ గణముయొక్క స్థానము భేదించుటచే ఈ ఆమ్లముల సమాంగరూపములు ఏర్పడును.

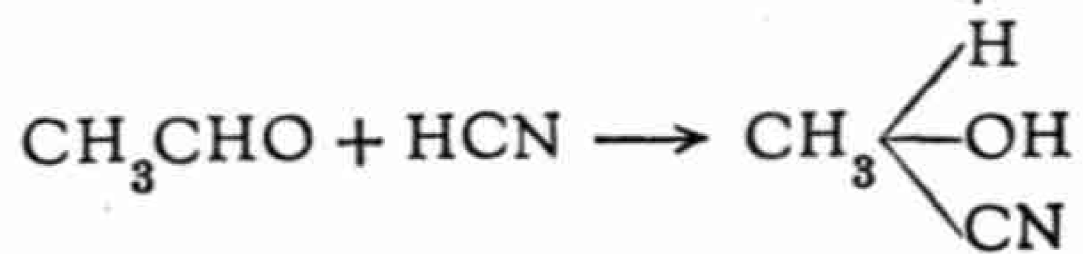
హైడ్రాక్సీ ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్‌లు.



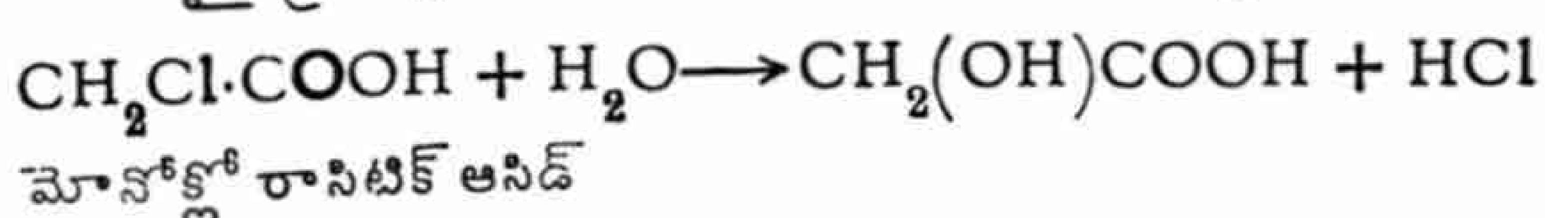

హైడ్రాక్సీబ్యూటిరిక్ ఆసిడ్‌లు :



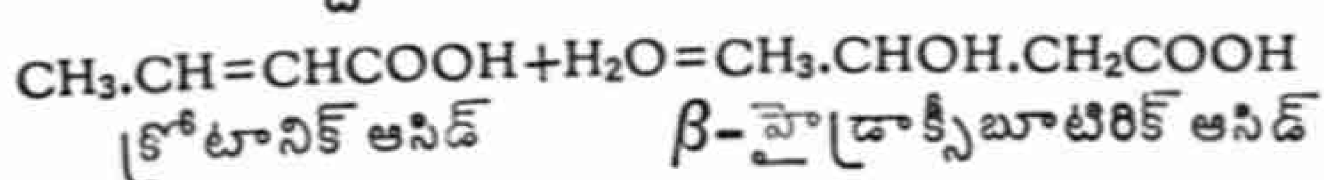

రచనావిధానములు : హేలొజన్ ప్రతిస్థాపిత కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లను నీటితో మరగించుటచే, హేలొజన్ స్థాన



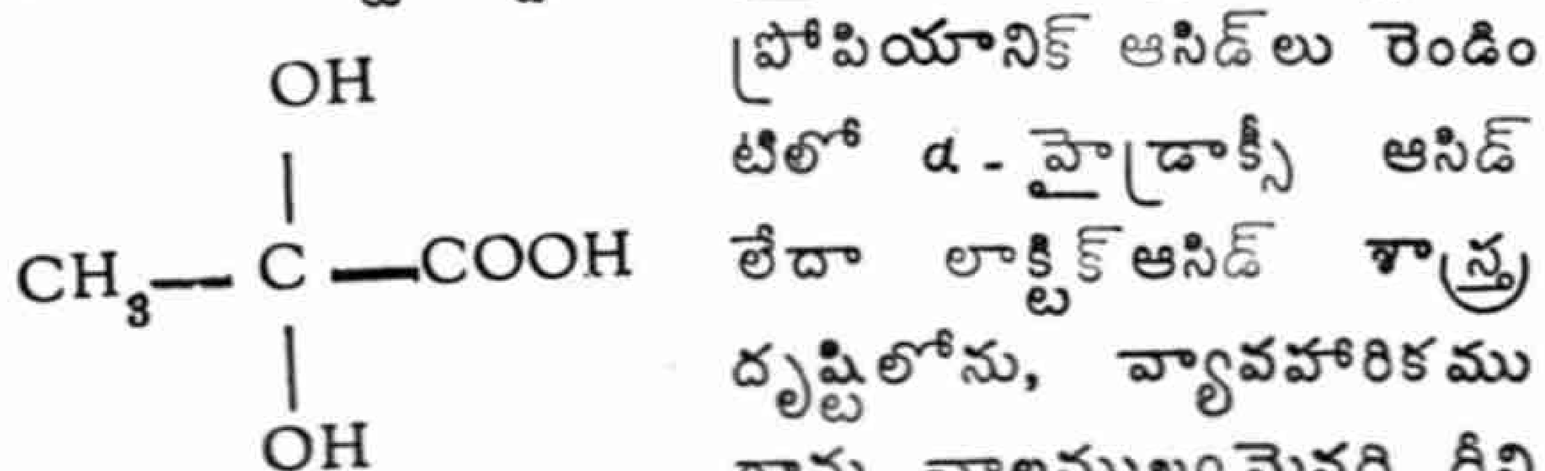

మున హైడ్రాక్సిల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చును.




అసంతృప్తకార్బాక్సిల్ ఆసిడ్‌లకు నీటిని చేర్చుటవలన నీటిఅణువులోనున్న H, OH భాగములు ద్విబంధమునకు ఈవలావల సర్దుకొనును.



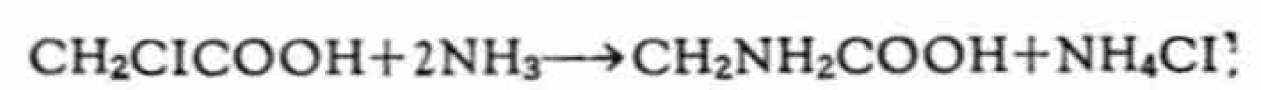

హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు ప్రకృతిలో అచ్చటచ్చట దొరకును. గ్లైకోలిక్ఆసిడ్ ద్రాక్ష కాయలలో ఉండును. దీనినిటీవల బట్టలఅద్దకములకై వాడుచున్నారు. హైడ్రాక్సీ ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్‌లు రెండింటిలో α-హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ లేదా లాక్టిక్ఆసిడ్ శాస్త్ర దృష్టిలోను, వ్యావహారికముగాను, చాలముఖ్యమైనది. దీని




అణురచనయందు అసౌష్ఠవకార్బన్‌పరమాణువులు ఉండుటచే కలిగిన దీని కాంతిచైతన్యగుణమువలన సిద్ధాంతమందు దీనికి విశిష్టస్థానము కలదు.

పాలయందుండు పాలపంచదార బేసిలస్ లాక్టస్ఆసిడ్ అను సూక్ష్మజీవుల ప్రభావమువలన లాక్టిక్ఆసిడ్‌గా పులియును; మజ్జిగపులుపు దీనివలననైనదే. ఇదికాక గ్లూకోస్, మాల్టోస్‌లు (పంచదార) బేసిలస్ డెల్ బ్రికీ వలన లాక్టిక్ఆసిడ్‌గా మారును.

ఎమినో ఆసిడ్ : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లందున్న ఆల్కిల్ గణమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ యొక్క స్థానములో ఎమినో ($^-NH_2$) గణము వచ్చినచో, ఎమినో ఆసిడ్‌లు ఏర్పడును. హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లకువలె వీటికికూడ హేలొజన్ ప్రతిస్థాపితకార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లే మూడియోగికములు.

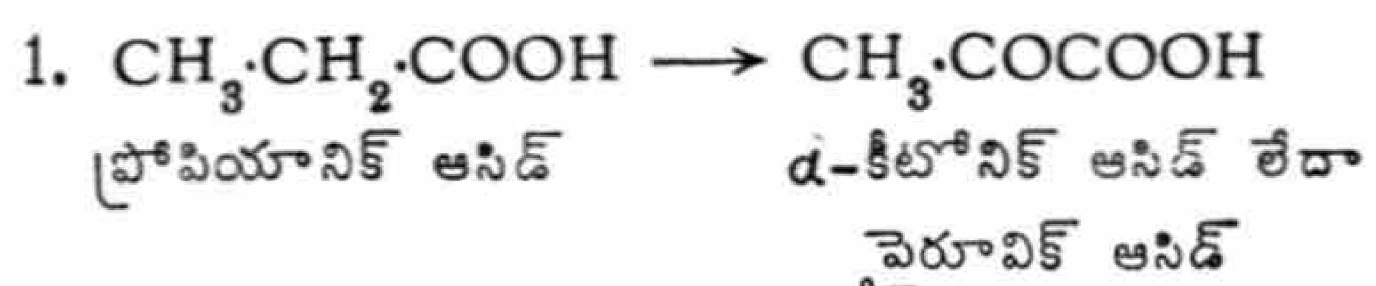


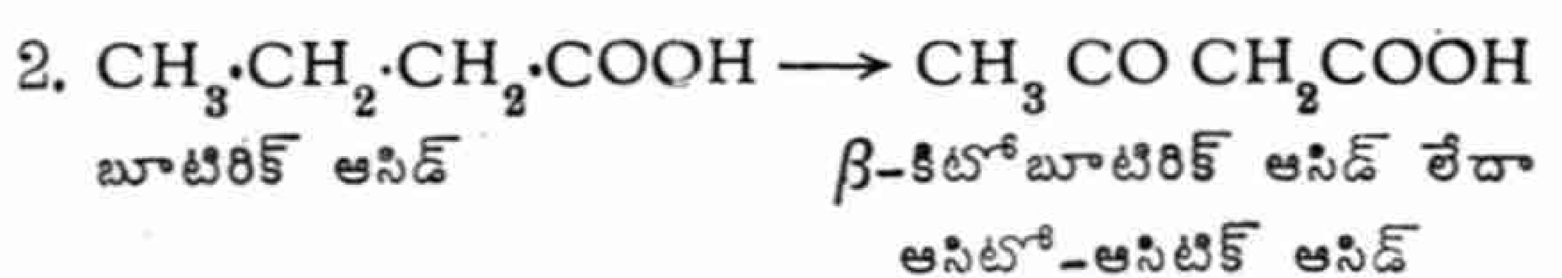

స్ట్రెకర్ సంయోజనవిధానము: ఆల్డిహైడ్‌లు హైడ్రోజన్ సైనైడ్ (HCN)తో సంయోగించునపుడు లభ్యమగు ఆల్డిహైడ్ సైనోహైడ్రైడ్‌లను అమోనియా చర్యవలన ఎమినో ఆసిడ్‌లుగా మార్చవచ్చును :




ప్రకృతిలో ఎమినో ఆసిడ్‌లకుగల ప్రాధాన్యము జంతు శరీరపోషణకు అత్యంతావశ్యకమైన ప్రొటీన్‌లతో (చూ. ప్రొటీన్‌లు) వీటికిగల సంబంధము వలన వచ్చినది.

కీటోనిక్ ఆసిడ్ : కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ యొక్క సాంకేతికమునందు మధ్యమందు $CH_2$ గణముయొక్క స్థానమును కార్బొనిల్ (CO) గణము ఆక్రమించగా వచ్చిన ప్రతిస్థాపిత ఆమ్లములుగా కీటోనిక్ ఆసిడ్ భావించవచ్చును. ఏకపదార్థగుణములను, కీటోన్‌గుణములను కూడ ఈ ఆమ్లములు కనపర్చును.



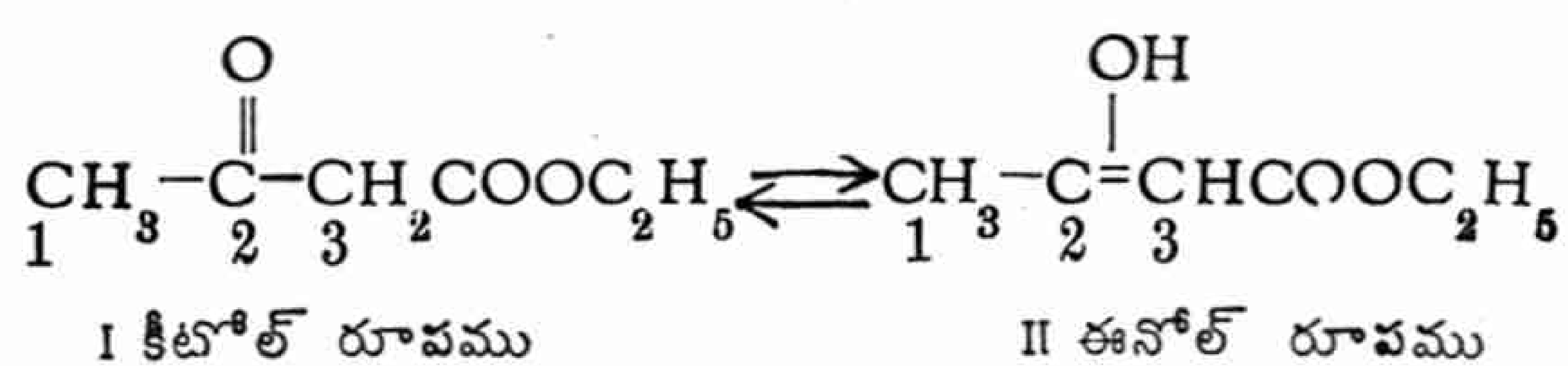

వీటిలో మొదటియోగికము టార్టారిక్ ఆసిడ్‌ను స్వేదించుట వలన లభించును. ఇది అంతముఖ్యమైనది కాదు. రెండవదియగు ఆసిటోఆసిటిక్ ఆసిడ్‌ను దాని

ఎతిల్ ఎస్టర్ ($CH_3.CO.CH_2.COOC_2H_5$) రూపమున సులభముగా తయారుచేయ వచ్చును.

**ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్:** గాఢ ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌తో చేర్చిన ఎతిల్ ఆసిటేట్ ద్రవముపై తీగరూపముననున్న సోడియమ్ ధాతువుచర్య వలన ఆసిటోఆసిటిక్ ఆసిడ్ ఎస్టర్‌ను తయారుచేయ వచ్చును. ఈ ద్రవమిశ్రమును నీచప్రేషములో స్వేదించినచో ఎతిల్ ఆసిటోఆసిటేట్ సంగ్రాహకములో చేరును. ఈ ప్రక్రియకు క్లెయిసన్ ప్రక్రియ అని పేరు.

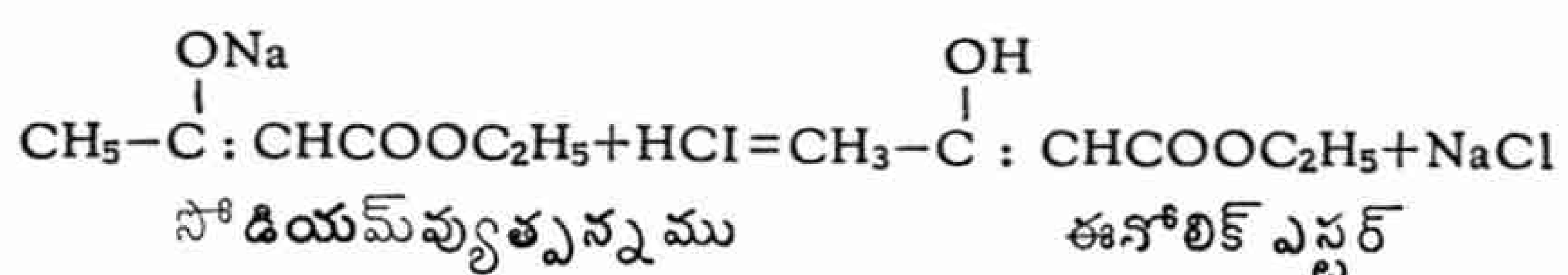
**గుణములు:** ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ ఆపిల్ ఫలము వాసనగల ద్రవద్రవ్యము (క్వథనాంకము 181°C).

ఇతర ద్రవ్యములతో రాసాయనిక మార్పును చెందు సందర్భమున, ఈ ఎస్టర్ కీటోన్‌వలెను, హైడ్రాక్సీ యౌగికమువలెను కూడ ఆచరించును. ఆక్సీమ్‌ను ఇచ్చుటలో కీటోన్ స్వభావమును చూపును. ఫెరిక్ క్లోరైడ్‌తో ఊదారంగును ఇచ్చుటలో హైడ్రాక్సీయౌగికపు స్వభావమును ప్రదర్శించును. సాధారణ తాపక్రమములో పరస్పరము సమతాస్థితిలోనున్న కీటోల్ రూపము, ఈనోల్ రూపము అను రెండు సమాంగరూపముల మిశ్రము ఈ ఎస్టర్ అని అనుకొనినచో పై ప్రక్రియాఫలములను బోధపరచుకొనవచ్చును.



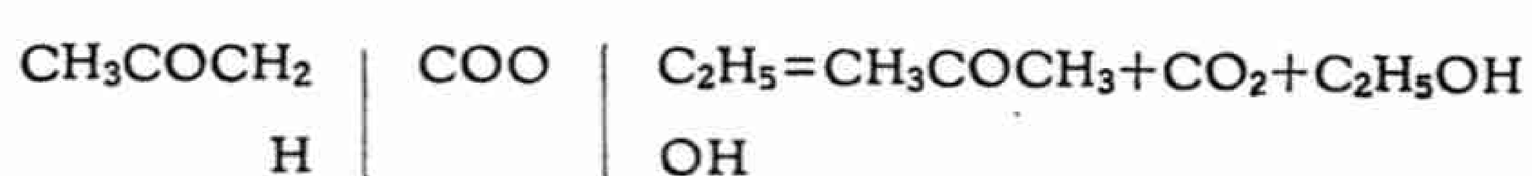

ఈ పై సమీకరణములో చూపినమార్పు మొదటి యౌగికములో మూడవ కార్బన్ పరమాణువుతో కలిసియున్న రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులలో ఒకటి, రెండవ యౌగికములలో రెండవ కార్బన్ పరమాణువుతో కలిసియున్న ఆక్సిజన్‌పరమాణువులతోచేరి హైడ్రాక్సిల్ గణముగా ఏర్పడినది. ఇచ్చట హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక కార్బన్ పరమాణువునుండి ఇంకొక దానిపైకి చలించినది కనుక, ఈ సంఘటనకు చలాంగరూపత (టాటోమరిజమ్) అని పేరు (చూ. సమాంగరూపత).

చలాంగరూపతా సంఘటన కారణముగ ఏర్పడిన రెండు రూపములను విడదీయుట సాధారణముగా కష్టసాధ్యమైనను, ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ పట్ల అట్టి పృథక్కరణము వీలైనది. ఈ సౌలభ్యమునకు కారణము, ఈ రెండురూపములమధ్య వినిమయము అల్పతాపక్రమములలో చాల మందముగా జరుగుట. ఎస్టర్‌ను ‘ —78°’ Cకు శీతలీకరించినచో కీటోల్ రూపము స్ఫటికస్థితిలో లభ్యమగును. ఈ ఎస్టర్ యొక్క సోడియమ్ వ్యుత్పన్నమును పెట్రోలియములో కరగించి ‘—78°’C వద్ద నిర్జల హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు యొక్కచర్యకు గురిచేసినచో ఈనాలిక్ రూపము సిద్ధించును.

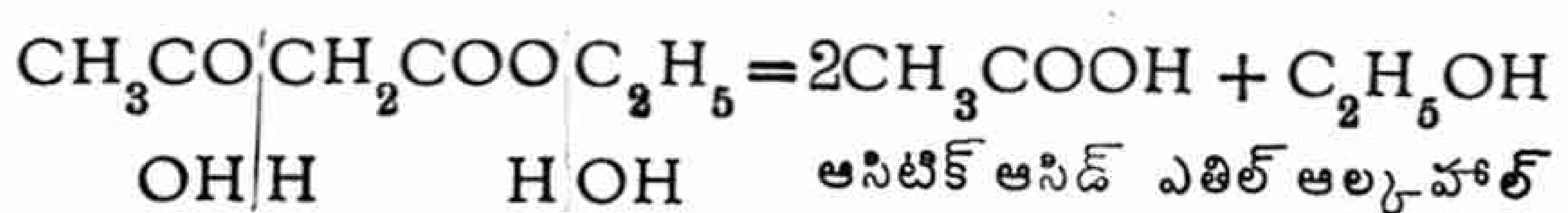



సాధారణ తాపక్రమములలో ఎస్టర్ మిశ్రములో 90% కీటోల్ రూపముండును. మిశ్రముయొక్క అణువక్రీభవన సామర్థ్యమును నిర్ణయించుట వలన కీటో, ఈనాల్ ప్రత్యేక రూపముల రాశి నిష్పత్తిని గణించవచ్చును.

ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ రెండు విధములగు జలవిశ్లేషణ ప్రక్రియలకు లోనగును. విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోగాని, లేదా విలీనక్షార ద్రావణముతోగాని వేడిచేసినపుడు ఆసిటోన్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్, ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అను మూడు యౌగికములుగా ఈ ఎస్టర్ విడిపోవును, ఈ ప్రక్రియకు కీటోన్ జలవిశ్లేషణమని పేరు.



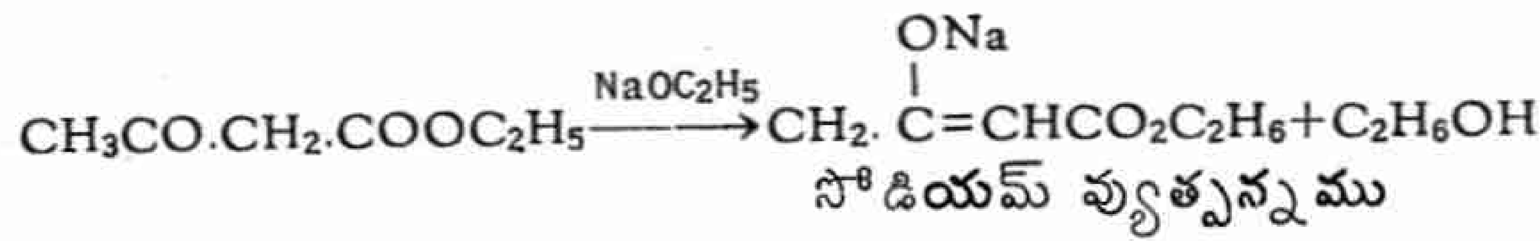

గాఢ ఆల్కహాలిక్ పొటాష్‌తో జలవిశ్లేషణప్రక్రియను జరిగించినపుడు ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అను రెండు యౌగికములుగా విడిపోవును; దీనికి ఆమ్లజల విశ్లేషణమని పేరు.



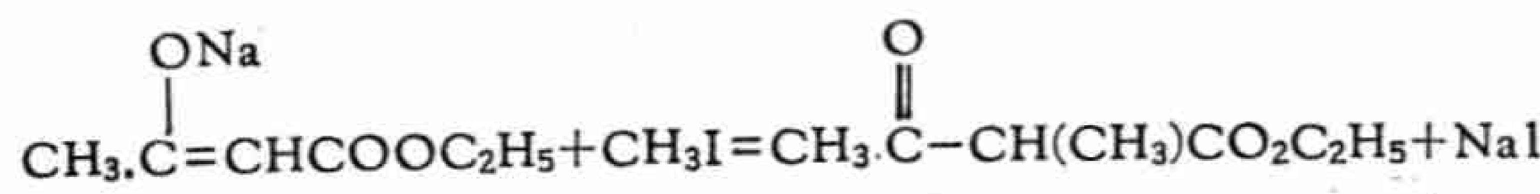

వివిధములగు కీటోన్‌లను, ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్‌లను సంయోజన పద్ధతిని తయారుచేయుటకు పై రెండు జలవిశ్లేషణ ప్రక్రియలు మిక్కిలి ఉపయోగములో ఉన్నవి. ఇట్టి ఉపయోగ్యతకు కారణము ఎస్టర్‌లో రెండు కార్బొనిల్ గణములమధ్యనున్న మెతిలీన్ ($-CH_2-$) గణము యొక్క చురుకుదనము. ఈ మెతిలీన్ గణములోనున్న రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒకదాని తరువాత నొకటి సోడియమ్ పరమాణువులచే తొలగించవచ్చును. ఆ తరువాత సోడియమ్ పలురకముల ఆల్కిల్ గణములచే తొలగింపబడునట్లు చేయవచ్చును. దీనివలన మొత్తపుఫలితమేమన, ఎస్టర్‌లో మెతిలీన్ హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములో ఒకటిగాని, రెండుగాని ఆల్కిల్ గణములను ప్రవేశపెట్టవచ్చును. ఈ ఆల్కిల్ వ్యుత్పన్నములను పై చెప్పిన రెండు విధములగు జలవిశ్లేషణ ప్రక్రియలకు గురి

చేసినచో ఇచ్చవచ్చిన కీటోన్‌లను, ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్‌లను సాధించవచ్చును.

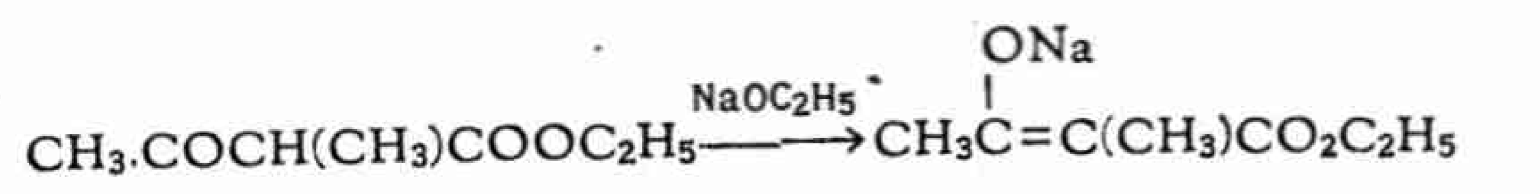
ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ పై [సోడియమ్ ఎతాక్సైడ్ ($C_2H_5ONa$) రూపములో] సోడియమ్ ధాతువుయొక్క చర్యవలన సోడియమ్ వ్యుత్పన్నము ఏర్పడును.



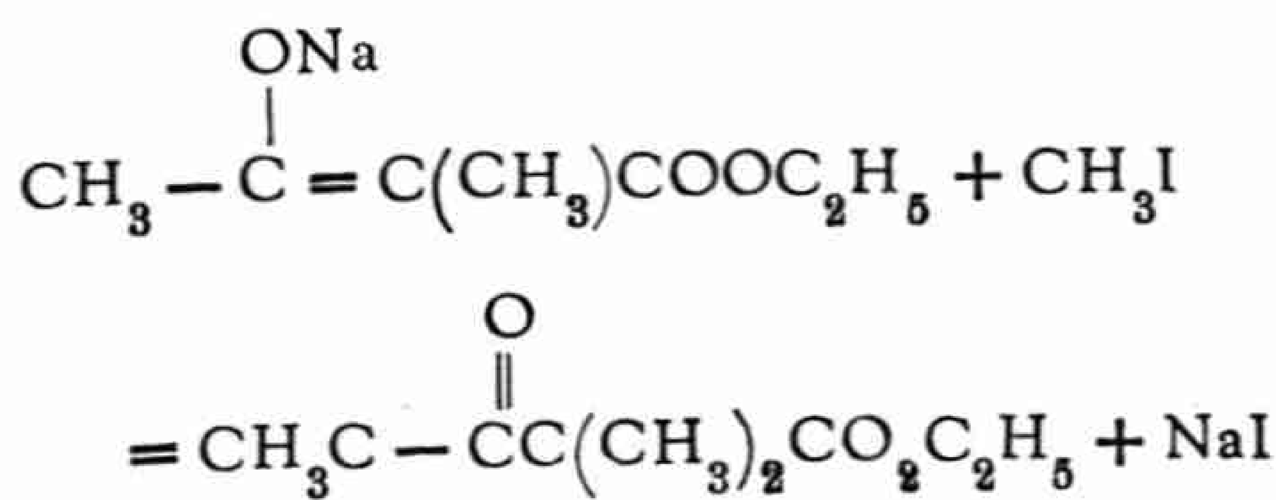
మెతిల్ అయిడైడ్ రూపమున మెతిల్ గణముతో పై సోడియమ్ వ్యుత్పన్నమును సంపర్కమునకు తెచ్చినపుడు మెతిల్ గణమునకు సోడియమ్ తనచోటును ఇచ్చి సోడియమ్ అయిడైడ్ రూపమున తొలగిపోవును.



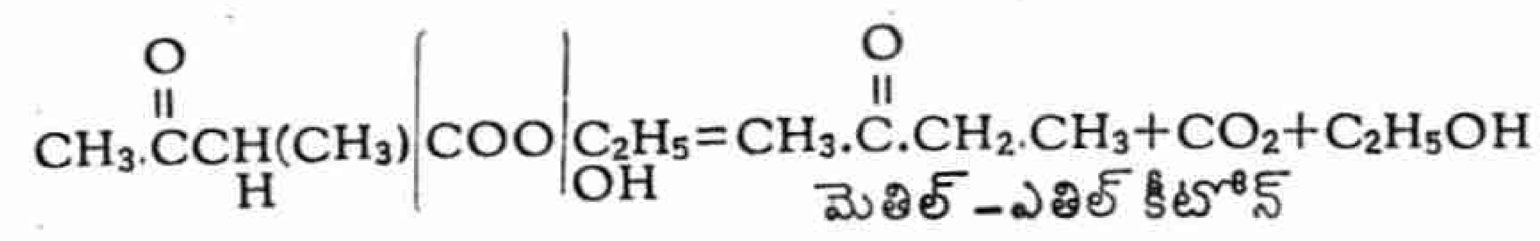
తరువాత మెతిలీన్ గణములోని మరియొక హైడ్రోజన్ పరమాణువును సోడియమ్‌తో తొలగజేసి ఇంకొక ఆల్కిల్ గణమును చేర్చవచ్చును (రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఒకేసారి సోడియమ్‌చే స్థానచ్యుతిని పొందించుట వీలు కాదు.

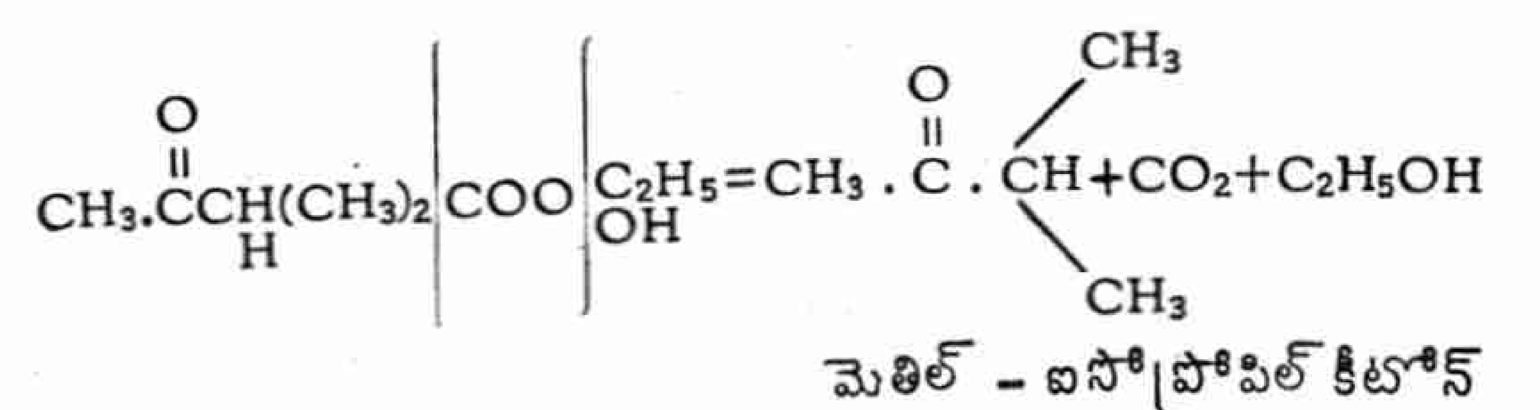


తరువాత మెతిల్ అయిడైడ్‌తో క్రిందిప్రక్రియ సిద్ధించును.

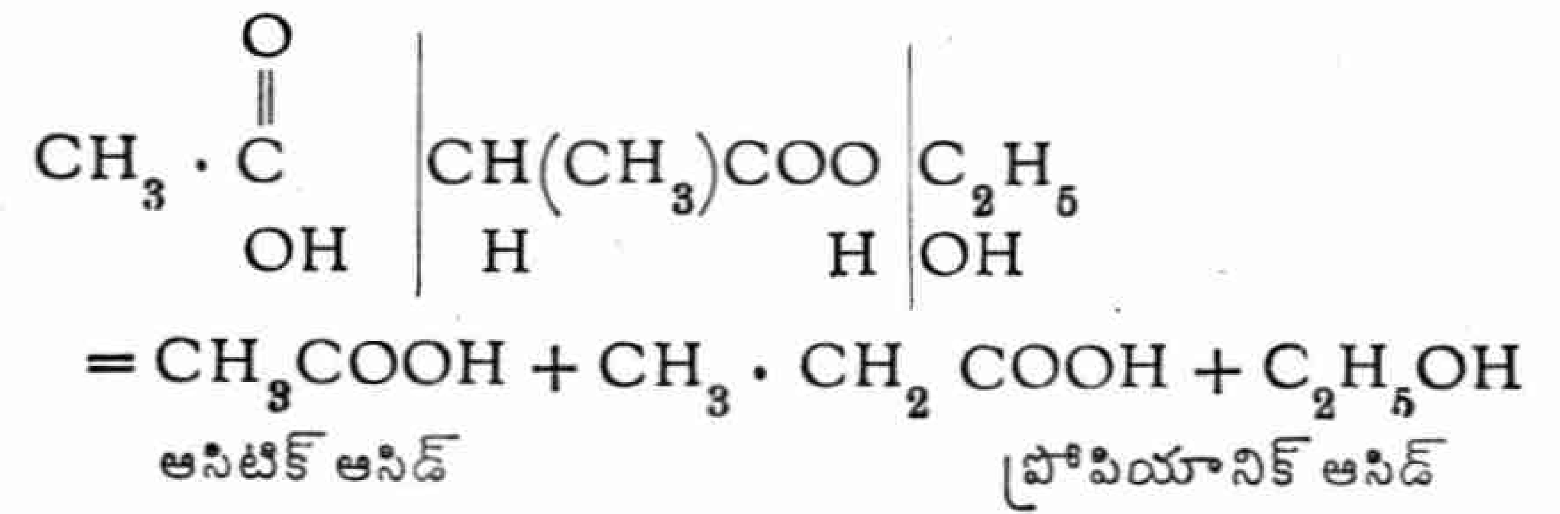


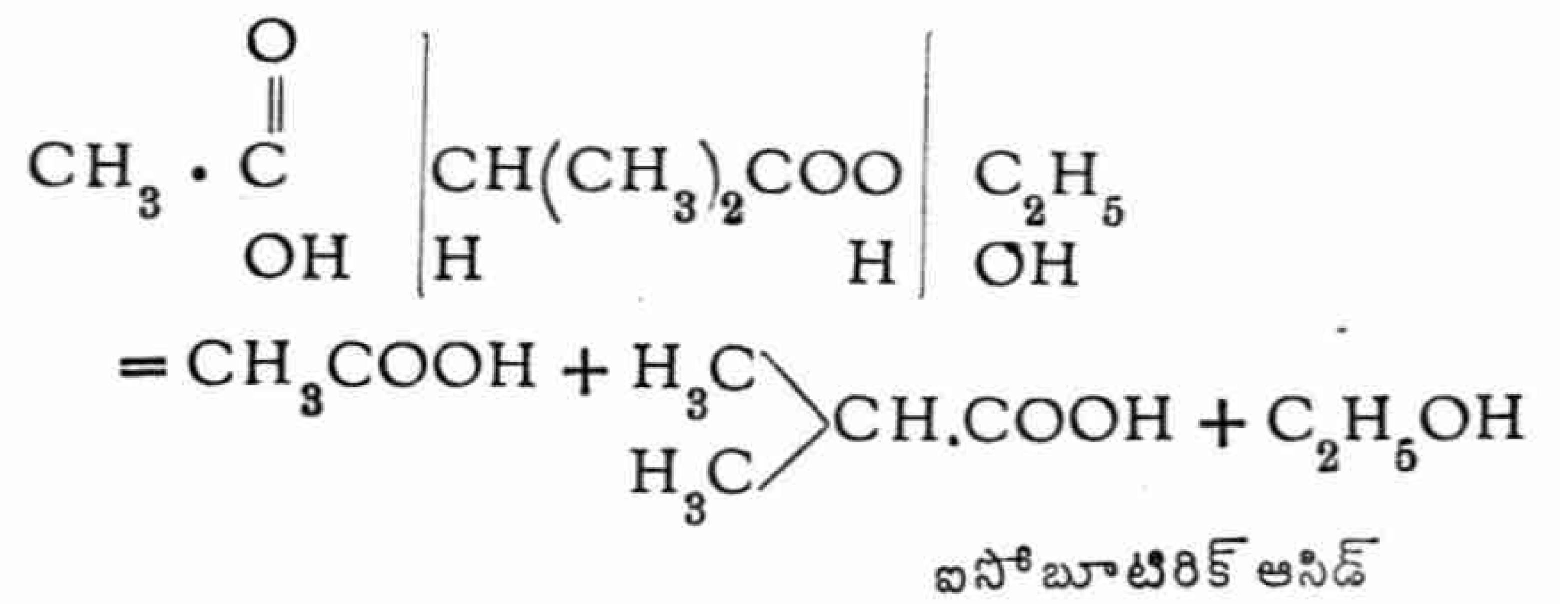
ఈ ఆల్కిల్ గణ వ్యుత్పన్నములతో, జలవిశ్లేషణప్రక్రియను కావించినచో, పై చెప్పిన పరిసరపరిస్థితులనుపట్టి కీటోన్ వ్యుత్పన్నములుగాని, ఆమ్లవ్యుత్పన్నములుగాని లభించును. విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సన్నిధిని కావించిన జలవిశ్లేషణమువలన కీటోన్‌లు లభ్యమగును:



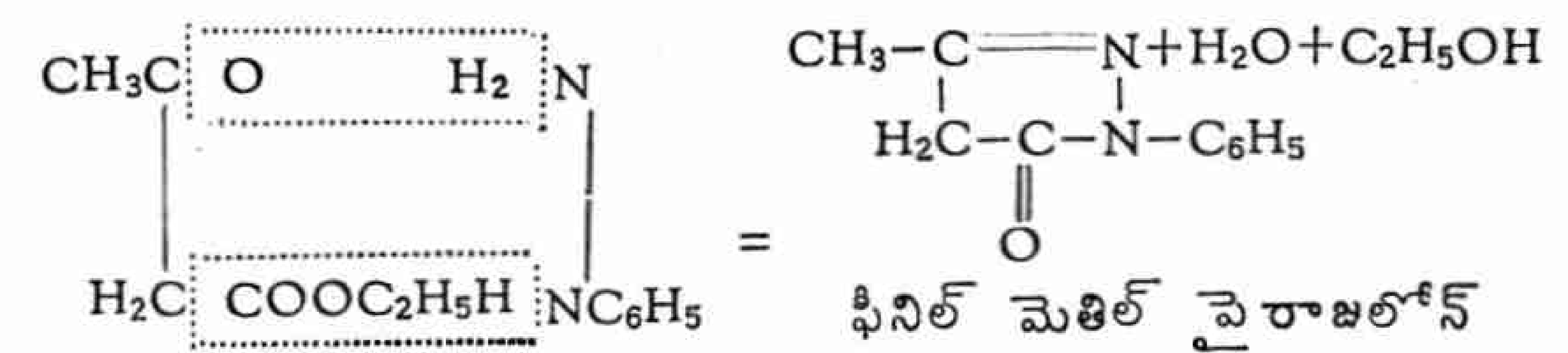


గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిసరములందు కావించిన జలవిశ్లేషణమువలన ఆమ్లములు సిద్ధించును.

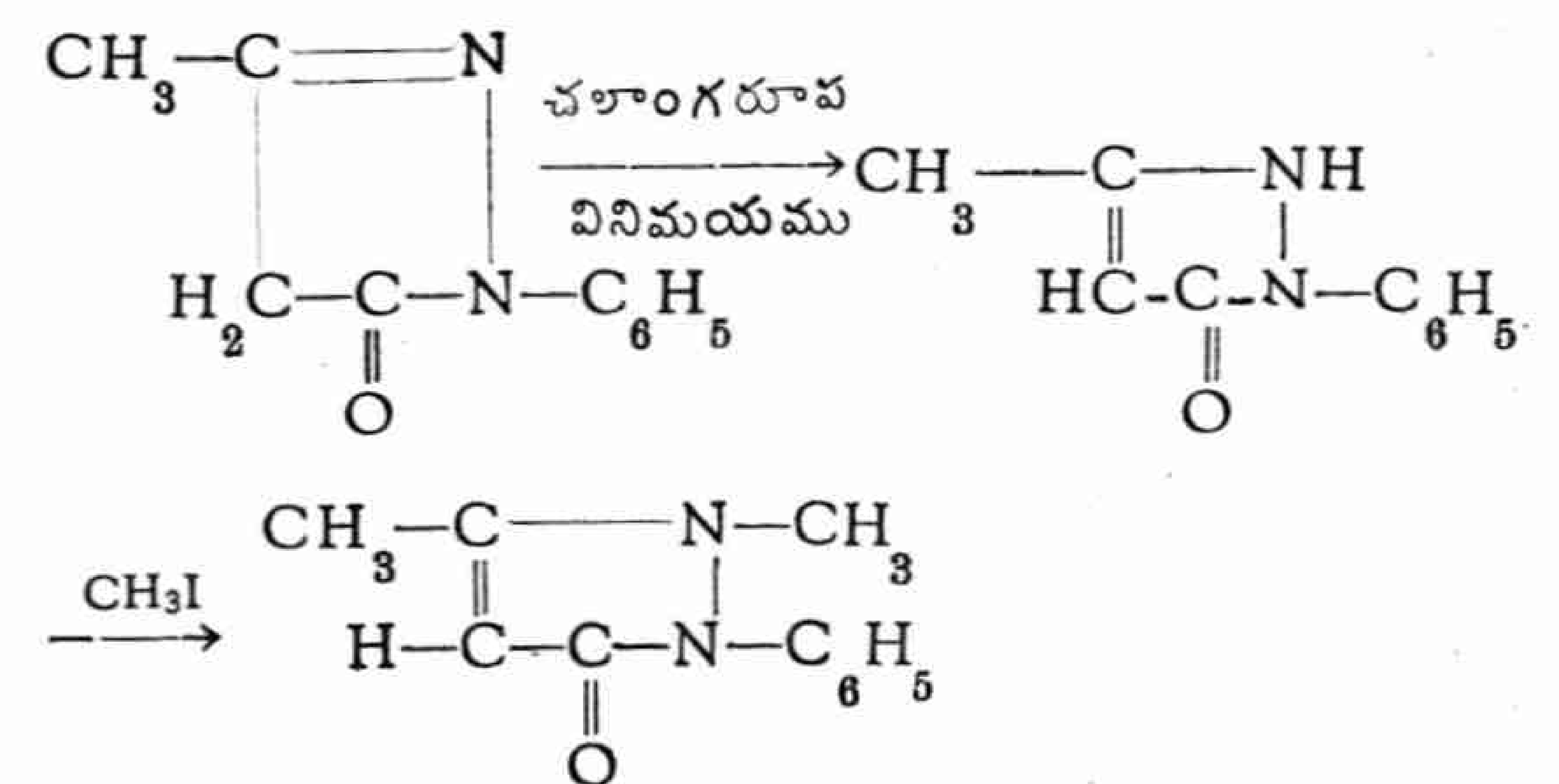




వలయ యౌగికములను తయారు చేయుటకుకూడ ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ ఉపయోగించును. ఫినిల్ హైడ్రజీన్ ($C_6H_5.NH.NH_2$)తో వేడిచేసినపుడు ఈ ఎస్టర్, 'ఫినిల్ మెతిల్ పైరాజలోన్' అను పంచఘటకవలయ యౌగికమును ఇచ్చును.



మూడు కార్బన్ పరమాణువులు, రెండు నైట్రోజన్ పరమాణువులు ఘటకములుగాగల వలయములుగల యౌగికములకు పైరాజోల్‌లు అని పేరు. ఆంటీపైరీన్ అను జ్వర శామకమగు యౌగికమును పారిశ్రామికముగా తయారు చేయుటలో 'ఫినిల్ మెతిల్ పైరాజలోన్' మధ్యస్థయౌగికముగా ఆచరించును. మెతిల్ అయిడైడ్, కాస్టిక్ పొటాష్ మిశ్రమముతో 'ఫినిల్ - మెతిల్ పైరాజలోన్'ను వేడిచేసినపుడు ఆంటీపైరిన్ (ఫినిల్ డైమెతిల్ పైరాజలోన్) లభించును.



మే. వ. న.

**కార్బానిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు**:- కార్బానిక్ ఆసిడ్ ద్విపదామ్లము. ఇందు $\left(CO\begin{matrix}OH\ (1)\\OH\ (2)\end{matrix}\right)$ ఏక యోజనీయ ధాతువులచే స్థానచ్యుతినిచెందెడి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. అందుచే ఇది సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వలె ఆమ్లలవణములను, తటస్థలవణములను ఇచ్చును. తక్కిన ద్విపదామ్లములు ఇచ్చు యౌగిక భేదముల నన్నిటిని కార్బానిక్ ఆసిడ్ నుండి సాధించవచ్చును. 1. సామాన్యలవణములు; 2. క్లోరైడ్ లేదా ఫాస్జీన్ ($COCl_2$); 3. ఆమ్ల ఎమైడ్ లేదా యూరియా [$CO(NH_2)_2$] & కార్బామిక్ ఆసిడ్ $CO\left[\begin{matrix}NH_2\\COOH\end{matrix}\right]$; 4. ఎస్టర్ లు [$CO(OC_2H_5)_2$].

ఈయౌగికములన్నిటిలో కార్బెమైడ్ చాల ముఖ్యమైనది ; దీనినే యూరియా అందురు. జంతు, పశుల మూత్రములో యూరియా కలదు. శోధనాగారమందు కృత్రిమముగా తయారుచేయబడిన (వలర్) కార్బన్ యౌగికములలో యూరియా మొదటిది. దీనిని తయారు చేయుటకు రెండు పద్ధతులు కలవు :

ఫాస్జీన్ పై అమోనియా చర్యనలన :



$$4NH_3 + COCl_2 \longrightarrow CO(NH_2)_2 + 2NH_4Cl$$

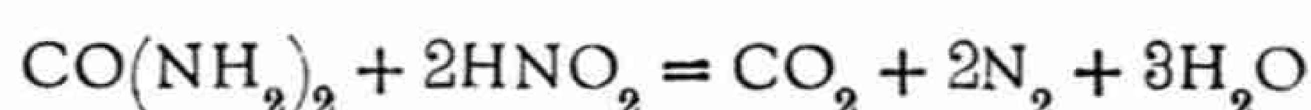
కార్బన్ డైఆక్సైడ్ తో కొంచెము నీటియావిరి సంపర్కమున 135°C వద్ద అమోనియాను సూటిగా సంయోగింపచేయుట :



$$2NH_3 + CO_2 = CO(NH_2)_2 + H_2O$$

ఇదియే నేటి పారిశ్రామికపద్ధతి.

యూరియా నీటిలో సులభముగా కరుగు స్ఫటిక ద్రవ్యము. ఆమ్లఎమైడ్ లు ఆచరించునట్లే యూరియాకూడ నైట్రస్ ఆసిడ్ తో ఆమ్లమును, నైట్రోజన్ ని విడుదల చేయును :



$$CO(NH_2)_2 + 2HNO_2 = CO_2 + 2N_2 + 3H_2O$$

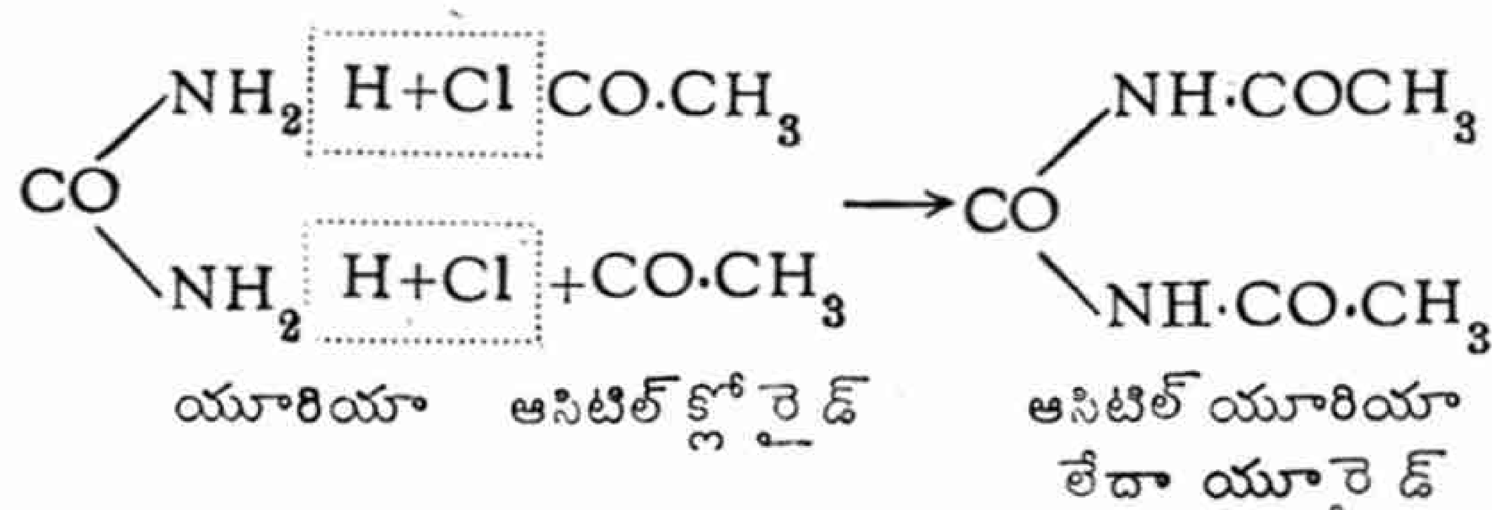
పొటాసియమ్ హైపోబ్రోమైట్ తో యూరియా ఆక్సీకరించబడి కార్బన్ డైఆక్సైడ్, నైట్రోజన్, నీరుగా మారును.



$$CO(NH_2)_2 + 3NaOBr \rightarrow CO_2 + 2N_2 + 2H_2O + 3NaBr$$

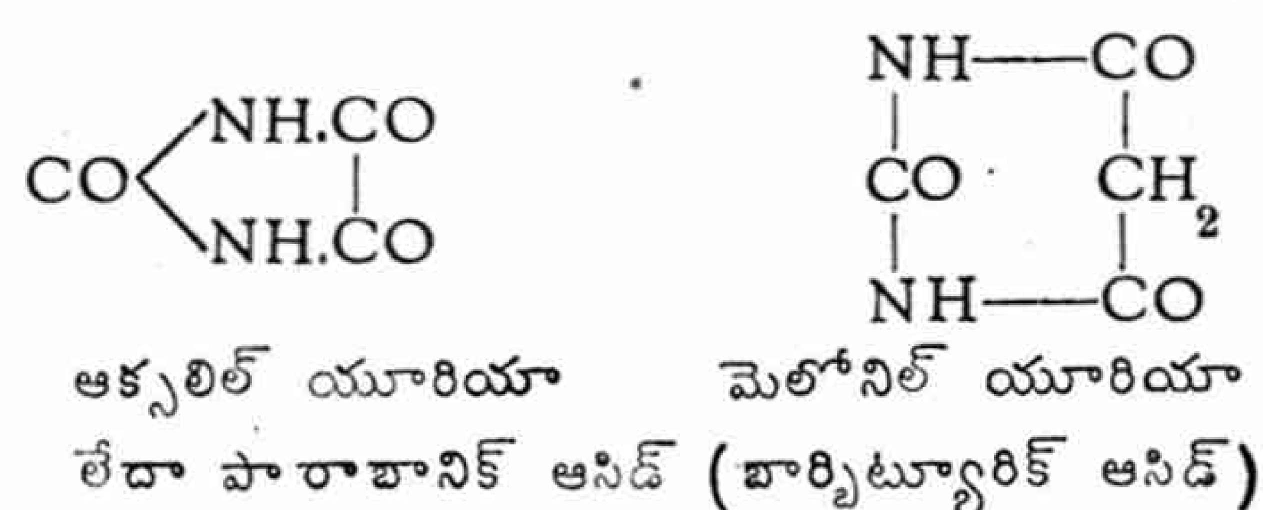
ఈ ప్రక్రియలో విడుదలైన నైట్రోజన్ యొక్క ఆయతనము ప్రమాణప్రేషతాపక్రమ పరిస్థితులలో కొలుచుట వలన యూరియాను పరిమాణాత్మకముగ నిర్ణయించవచ్చును.

యూరియా హైడ్రోజన్ రచనలోనున్న రెండు ఎమీనో గణములలో ఒక్కొక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఆసిటిల్ ($CH_3CO$) వంటి ఆమ్లగణములచే తొలగించవచ్చును. అట్లు వచ్చిన యౌగికములకు యూరైడ్ లు అని పేరు.



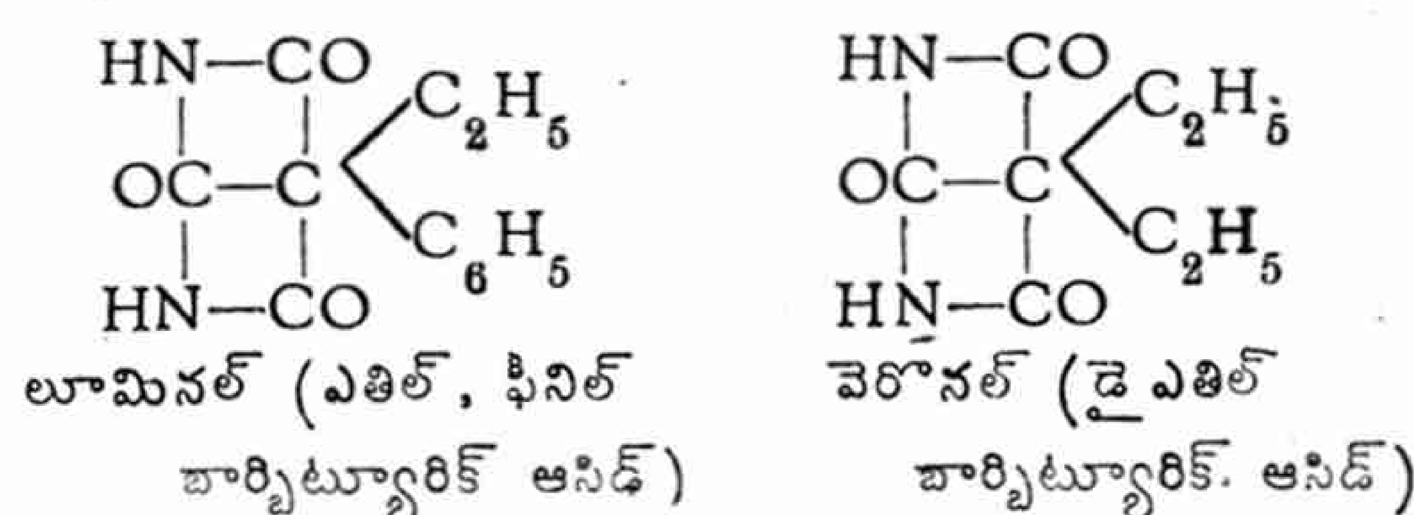

యూరియా ఆసిటిల్ క్లోరైడ్ ఆసిటిల్ యూరియా లేదా యూరైడ్

ఇట్లు ద్విపదామ్లములతో యూరియాజనిత యౌగికములు కొన్ని యూరిక్ ఆసిడ్ విశ్లేణమందు లభ్యమగుటచే నివి కొంత రాసాయనిక ప్రాముఖ్యమును గడించెను. అట్టి విశ్లేషణ ఫలితములే ఈ రెండు యౌగికములును :

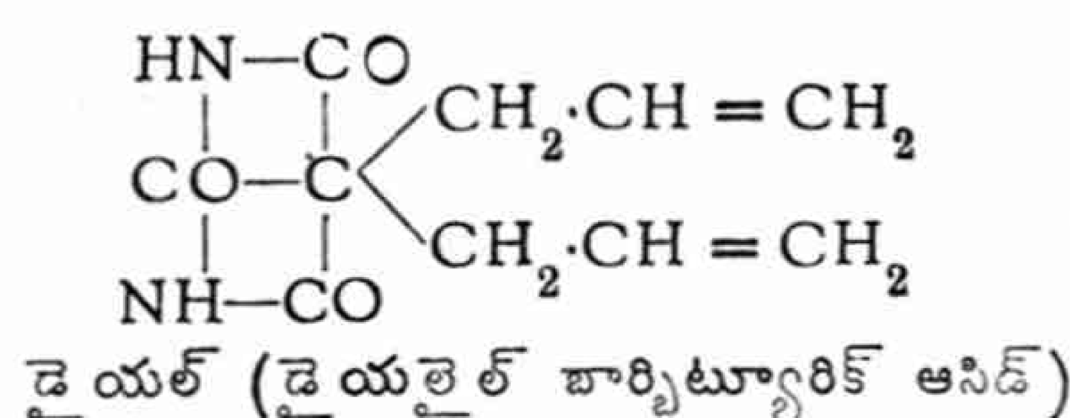



ఆక్సలిల్ యూరియా మెలోనిల్ యూరియా
లేదా పారాబానిక్ ఆసిడ్ (బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్)

బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నములయిన యౌగికముల నేకములు నిద్రపట్టుటకు మందులుగా సుప్రసిద్ధముగా వాడుకలోనున్నవి. వాటిలో ఔషధ వ్యాపార రంగమున లూమినల్, వెరొనల్, డైయల్ అనుమూడు ముఖ్యమైనవి.




లూమినల్ (ఎథిల్, ఫినిల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్) వెరొనల్ (డైఎథిల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్)




డైయల్ (డైయలైల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్)

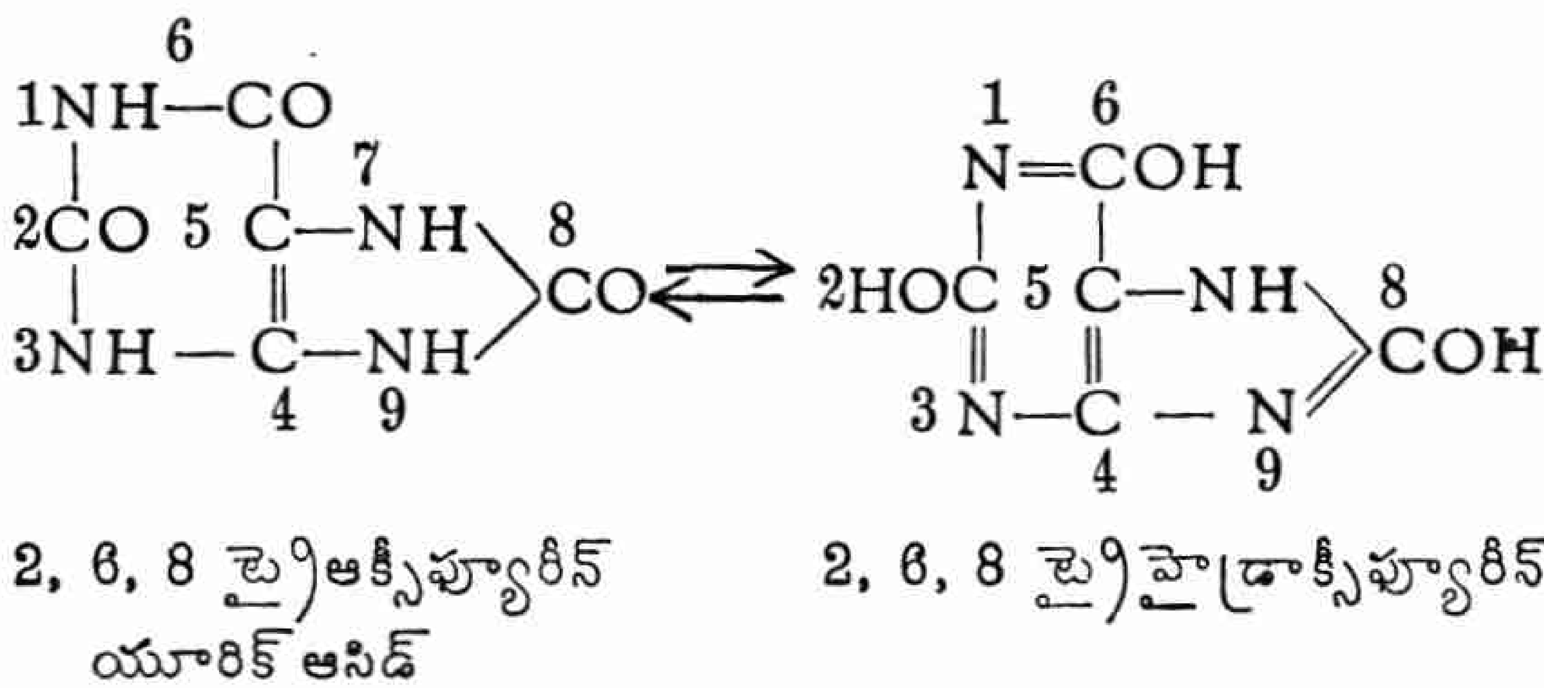
ఇవి చాల ప్రాణాపాయకరమైన మందులు. మోతాదు ఎక్కువైనచో మరణము సంభవించవచ్చును.

యూరిక్ ఆసిడ్ ($C_5H_4N_4O_3$): మాంసాహారులగు జంతు మూత్రమందును, పక్షుల, సరీసృపముల విసర్జిత ద్రవ్యము లందును ఉండును. పాము విడచిన కుబుసమునందు యూరిక్ ఆసిడ్ మెండుగా నుండును. గ్వానో అను (గబ్బిలములు మొదలగువాని) రెట్టలలో ఉండును. దీనిని ఇండియాలో కడపజిల్లాలోని సిద్ధవట్టములో దోసపండ్లకు ఎరువుగా వాడుదురు.

గ్వానోను కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముతో అమోనియా రాకుండువరకు మరగించి, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో ఆమ్లీకరించినచో యూరిక్ ఆసిడ్ అవక్షిప్తమగును.

యూరిక్ ఆసిడ్ నీటిలో విశేషముగా కరుగని తెల్లని స్ఫటికములు. ఇది చాల బలహీనమైన ఆమ్లము. రెండు తరగతుల లవణములను ఇచ్చును. విలీన నైట్రిక్ ఆసిడ్ తో యూరిక్ ఆసిడ్ ను వేడిచేసి ఆర్ద్రావణమును తడిపోవువరకు ఇగిర్చి అమోనియా ద్రావణమును ఎక్కువగా కలిపినచో చినాలిరంగుగల మ్యురాక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియ యూరిక్ ఆసిడ్ ను గుర్తించుట కుపయోగించును.

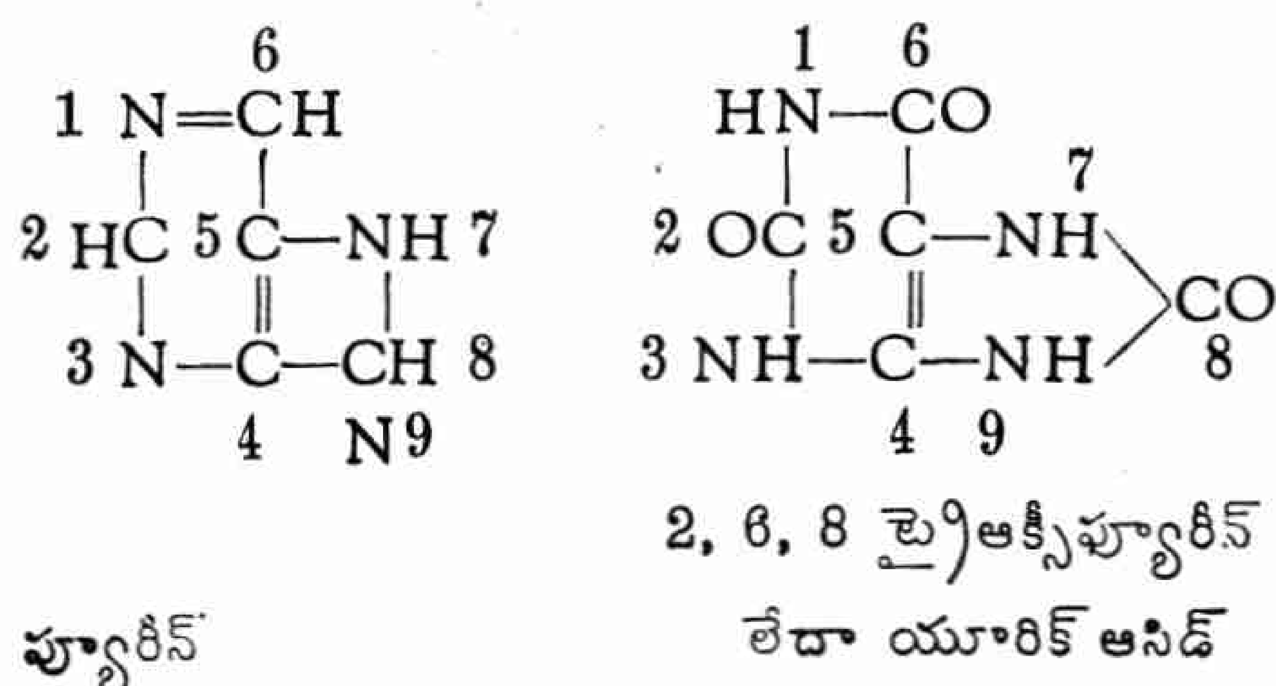
**అణురచన:** యూరిక్ ఆసిడ్ ను తయారుచేయు సంయోజనీయపద్ధతుల వలనను, దానిగుణముల అనుశీలన వలనను దానికి క్రింది అణురచన ఆరోపించవచ్చును:



2, 6, 8 ట్రైఆక్సిప్యూరిన్ యూరిక్ ఆసిడ్ — 2, 6, 8 ట్రైహైడ్రాక్సీప్యూరిన్

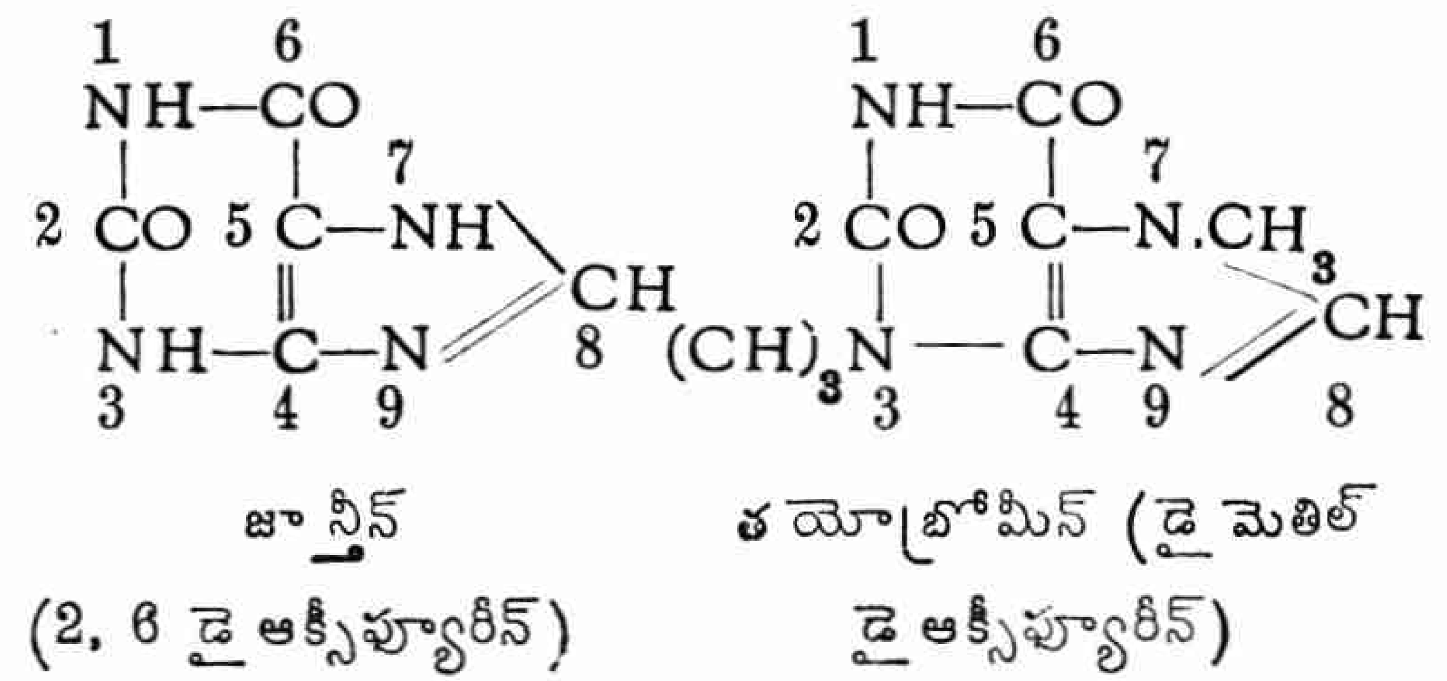
యూరిక్ ఆసిడ్ ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ తో మూడు హైడ్రాక్సిల్ గణములు ఉన్నట్లు ప్రవర్తించును కనుక అది పైనిచూపిన రెండు చలనసమాంగ రూపములలో ఉండవచ్చునని ఊహించవలసి యున్నది.

యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క రాసాయనిక ప్రాముఖ్యత దాని అణురచనతో సంబంధముకలిగిన అనేకములగు ఆల్కలాయిడ్ లవల్ల కలిగినది. ఈ ఆల్కలాయిడ్ లు జంతు విసర్జనములలో సంభవించును. వీటిని, యూరిక్ ఆసిడ్ లలో హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వివిధ ఆల్కిల్ గణములచే ప్రతిస్థాపించినప్పుడు లభ్యమగు యౌగికములుగా నిరూపించవచ్చును. యూరిక్ ఆసిడ్ ను ప్రకృతిలో లభ్యముగాని ప్యూరిన్ అను యౌగికమువంటి రచన కలదిగా ఎమిల్ ఫిషర్ నిరూపించెను :

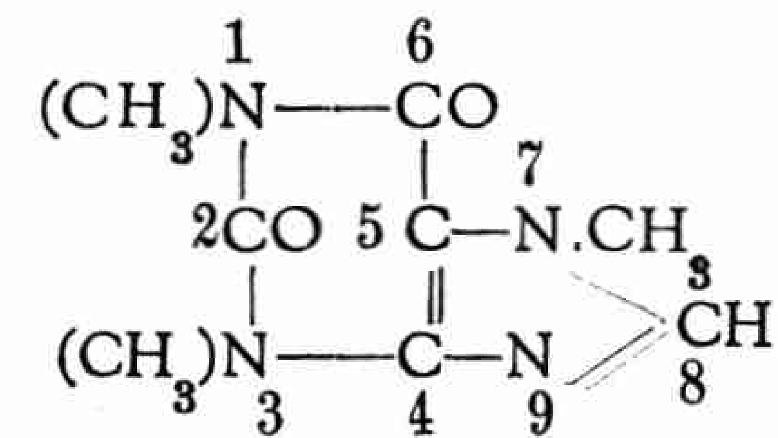


ప్యూరిన్ — 2, 6, 8 ట్రైఆక్సిప్యూరిన్ లేదా యూరిక్ ఆసిడ్

యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి వ్యుత్పన్నములైనట్లు నిరూపించుటకు వీలైన కొన్ని ముఖ్యమగు ఆల్కలాయిడ్ల అణురచనలు క్రింద చూపబడినవి :



జాన్తీన్ (2, 6 డైఆక్సీప్యూరిన్) — తయోబ్రోమిన్ (డైమెతిల్ డైఆక్సీప్యూరిన్)



కాఫీన్ (1, 3, 7 ట్రైమెతిల్ డైఆక్సీప్యూరిన్)

జాన్తీన్ జంతువిసర్జనములలో ఉండును. తయోబ్రోమిన్ కోకోగింజలలో ఉండును. కాఫీన్ తేయాకులోను, కాఫిగింజలలోను ఉండును. మే. వ. స.

## కార్బొహైడ్రేట్ లు, పంచదారలు (పిండివస్తువులు):

వీటిలో పంచదారలు ప్రకృతిలో జంతువుల యొక్కయు, వృక్షముల యొక్కయు శరీరములందు అపారముగా విస్తరించియున్నవి. ప్రోటీన్ లు చాల జంతువులకు ఎట్లు జీవనాధారములగుచున్నవో కార్బొహైడ్రేట్ లుకూడ వృక్షములకు, కొన్ని జంతువులకుకూడ శక్తిజనకములుగను, శరీరధారకములుగను ఆచరించు చున్నవి. జీవి శరీర పోషణకు, అభివృద్ధికి నిమిత్తములగు ప్రోటీన్ లు, క్రొవ్వులు అను ప్రధానమగు రెండువృక్షజద్రవ్యములును, వీటి నుండియే జనించునట్లు తోచుచున్నది. శరీరాభివృద్ధికి తోడ్పడు విటమిన్ లలో రెండు (విటమిన్ C, ఇనోసిటోల్), అణురచనయందు కార్బొహైడ్రేట్ ల పోలి యున్నవి. కార్బొహైడ్రేట్ లు ఎనలేని జీవప్రవృత్త్యుత్తేజకములు. వీటిలో చాలద్రవ్యముల సాంకేతికములను $C_mH_{2n}O_n$ $[C_m(H_2O)_n]$ అని నిరూపించుటకు వీలుగానుండుటచే నియతసంఖ్యగల కార్బన్ పరమాణువులతో నియతసంఖ్యజలాణువులు రాసాయనికముగా సంయోగించి ఉన్నట్లు అగపడును. కనుక వీటికి కార్బన్ యొక్క హైడ్రేట్ లు లేదా 'కార్బొహైడ్రేట్ లు' అని పేరు వచ్చినది. కాని ఈ సంఘటన వాస్తవికము కాదు. కార్బొహైడ్రేట్ ల మోనో, డై, ట్రై, టెట్రా, పాలీ సాకరైడ్ లని స్థూలముగా వర్గీకరించవచ్చును. ఇవి నీటిలో కరుగు స్ఫటిక ద్రవ్యములు. తియ్యగానుండుటవలన అవి పంచదార




లనబడుచున్నవి. రెండు పెంటోజ్ అణువులుగాని, లేదా రెండు హెక్సోజ్ అణువులుగాని సంహతములై ఏర్పడు యౌగికములకు డైసాకరైడ్లని పేరు. ఇవి కూడ మోనోసాకరైడ్లనుపోలు పంచదారలే. పాలిసాకరైడ్లు అనేక మోనోసాకరైడ్లు అణువుల సంఘాతములు. ఇవి చప్పని అద్రావ్య, అస్ఫాటికద్రవ్యములు. వీటిని $[(C_6H_{10}O_5)_n \cdot H_2O]$ అనిగాని, లేదా $[(C_5H_8O_4)_nH_2O]$ అనిగాని నిరూపించవచ్చును. ఇచ్చట n అను సంఖ్య చాల పెద్దది. జలవిశ్లేషణము వలన ఈ సంకీర్ణ కార్బొహైడ్రేట్లు అన్నియు $C_6$— లేదా $C_5$— పంచదారలుగా విడిపోవును. మోనోసాకరైడ్లు మరల వాటిరచనలోనున్న ఆక్సిజన్ పరమాణుసంఖ్యనుబట్టి 6 తరగతులుగా విభజింపబడినవి. వీటిలో మరల ఆల్డిహైడ్ గణముగలవి ఆల్డోస్లని, కీటో గణముగలవి కీటోస్లని పిలువబడును.

$$CH_2OH.\ (CHOH)_3.\ CO.CH_2OH$$

కీటోస్

ఈ రెండు రూపములలో ప్రతిదానియందును నాలుగు అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువులు ఉండుటచే, ప్రతిదానికి మరల $2^4 = 16$ చాక్షుష సమాంగరూపములు కలవు. హెక్సోజ్నకు మొత్తముమీద 32 సమాంగరూపములు ఉన్నవి.

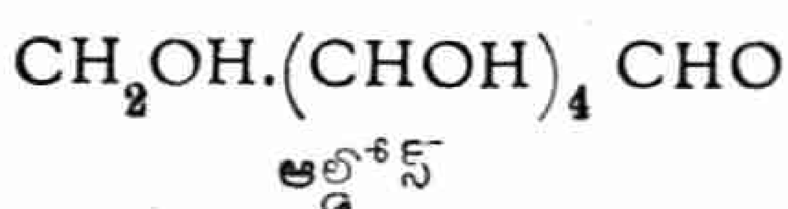
గ్లూకోస్ : ఇది ఆల్డిహైడ్ గణముకల హెక్సోజ్ $[CH_2OH.(CHOH)_4.CHO]$. ఇది విరివిగా ద్రాక్ష పండ్లలో నుండుటచే దీనికి 'ద్రాక్షచక్కెర' అనిపేరు. ప్రకృతిలో దొరకు గ్లూకోస్ అపసవ్య* చాక్షుషరూపమగుటచే దీనికి డెక్స్ట్రోస్ (= కుడి చక్కెర) అనికూడ పేరుకలదు; తేనెలో ఇదిముఖ్యముగా ఉండును. గ్లూకోస్ రోగికి సులభముగా జీర్ణమై, వేడినిచ్చు ఆహారమగుటచే

| ఆల్డోస్లు | | కీటోస్లు |
|---|---|---|
| $CH_2OH \cdot CHO$ | బయోజ్ | |
| $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CHO$ | ట్రైయోజ్ | $CH_2OH \cdot CO \cdot CH_2OH$ |
| $CH_2OH\ (CHOH)_2 \cdot CHO$ | టెట్రోజ్ | $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CO \cdot CH_2OH$ |
| $CH_2OH\ (CHOH)_3 \cdot CHO$ | పెంటోజ్ | $CH_2OH\ (CHOH)_2CO \cdot CH_2OH$ |
| $CH_2OH\ (CHOH)_4 \cdot CHO$ | హెక్సోజ్ | $CH_2OH\ (CHOH_3)\ CO \cdot CH_2OH$ |

పెంటోజ్లు : వీటిలో మూడు అసౌష్ఠవకార్బన్ పరమాణువులు కలవు. $CH_2OH \cdot CHOH.\ CHOH.\ CHOH.\ CHO$ (ఆల్డోస్); అందువలన ఇవి ఎనిమిది చాక్షుష సమాంగరూపములను ఈయవలయును. ఈ రూపము లన్నియు సాధించబడినవి. ఇందులో ముఖ్యమైనవి తుమ్మబంకలో నుండు అరాబినోస్, జైలోజ్ కర్రనుండి లభించు రామ్నోజ్, ఫుకోజ్, అనునవి. ఇవి విలీనసల్ఫ్యూరిక్ఆసిడ్తో మరగించినచో ఫర్ఫ్యూరాల్డిహైడ్ను ఇచ్చును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ మరగించి, ఫ్లోరోగ్లూసినాల్ అను యౌగికమును కలిపినచో ఎర్రటిరంగును ఇచ్చుట పెంటోజ్ల ముఖ్యరాసాయనిక లక్షణము.

హెక్సోజ్లు ($C_6H_{12}O_6$) : వీటిలో ముఖ్యమైనవి గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్ ఈ పంచదారల రాసాయనిక రచనను కూలంకషము అనుశీలించినవాడు ఎమిల్ ఫిషర్.

ప్రతి మోనోసాకరైడ్ను ఆల్డిహైడ్గణము కలది (లేదా ఆల్డోస్), కీటోగణము కలది (లేదా కీటోస్) అను రెండు రూపముల నుండును. హెక్సోజ్ కూడ నీరెండు రూపముల స్వీకరించును.

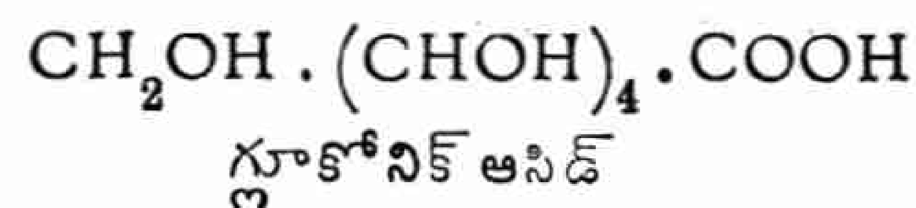


$$CH_2OH.(CHOH)_4\ CHO$$

ఆల్డోస్

దీనిని పారిశ్రామికముగా చెరకు చక్కెరనుండిగాని, లేదా పిండిద్రవ్యములనుండిగాని ఖనిజ ఆమ్లముల సన్నిధిని జలవిశ్లేషణమును ఉపయోగించి తయారు చేయుదురు.

గుణములు : రంగులేని స్ఫటికములు; జలద్రావణము నుండి ఒక జలాణువుతో స్ఫటికీభవించును. ఆక్సీకరించుట వలన గ్లూకోస్ మొదట ఏకపదామ్లమగు గ్లూకోనిక్ ఆసిడ్గాను, పిమ్మట ద్విపదామ్లమగు సాకరిక్ ఆసిడ్గాను మారును.



$$CH_2OH.(CHOH)_4.COOH$$

గ్లూకోనిక్ ఆసిడ్



$$HOOC\ (CHOH)_4COOH$$

సాకరిక్ ఆసిడ్

ఆల్డిహైడ్గణము కలదగుటచే గ్లూకోస్ ఫెలింగ్ద్రావణమును ఆక్సీహరించి క్యూప్రస్ఆక్సైడ్ను అవక్షేపించును. ఈ ప్రక్రియ గ్లూకోస్ యొక్క రాశి నిర్ణయమునకు ఉపయోగపడును. ఆక్సీహరించినచో 6 హైడ్రాక్సీగణములు గల సార్బిటాల్ అను ఆల్కహాల్గా గ్లూకోస్ మారును :



$$CH_2OH(CHOH)_4CH_2OH$$

* సవ్య = ఎడమ; అపసవ్య = కుడి.

అణురచన : ఆల్డిహైడ్ గుణములు కలిగియుండుటచే గ్లూకోస్‌నందు ఆల్డిహైడ్ గణమున్నట్లు నిశ్చయము. ఆసిటిల్ క్లోరైడ్‌తో పెంటాఆసిటిల్‌ను ఇచ్చుటచేత దీని యందు 5 హైడ్రాక్సిల్ గణములున్నట్లు రుజువైనది. ఒక కార్బన్ పరమాణువు ఒకటికన్న ఎక్కువ హైడ్రాక్సిల్ గణములను తీసికోలేదు. గనుక ఆల్డిహైడ్ గణమున్న కార్బన్ పరమాణువును శృంఖలము యొక్క చివరనుంచి 5 హైడ్రాక్సిల్ గణములును, మిగిలిన 5 కార్బన్ పరమాణువులకు పంచి వ్రాయవచ్చును. ఇట్లు వ్రాసినచో క్రింది ఋజుశృంఖలా సాంకేతికము లభ్యమగును :

$$CH_2OH . CHOH . CHOH . CHOH . CHOH.CHO$$

ఫ్రక్టోస్: ఈచక్కెర తేనెలోను, కొన్నిపండ్ల జాతుల రసములలోను ఉండును. గ్లూకోస్‌ను చెరకుచక్కెరనుండి తయారుచేయు విధానమందు ఈ చక్కెరకూడ లభించును. చెరకుచక్కెరను విలీనసల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో జలవిశ్లేషణము కావించినప్పుడు లభ్యమగు ద్రావణములో గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్ రెండును కలసి ఉండును. ఈ మిశ్రమునకు సున్నపునీటిని చేర్చినచో చక్కెరలు రెండును వాటి కాల్సియమ్ యౌగికములుగా మారును. ఫ్రక్టోస్ యొక్క కాల్సియమ్ యౌగికము అద్రావ్యమగుటచే ద్రావణమునుండి వేరగును. దీనిని వడపోయగా వచ్చిన ఫ్రక్టోస్ యౌగికమును నీటితోకలిపి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను దానిలోనికి ప్రవహింప నిత్తురు. ఫ్రక్టోస్‌నుండి కాల్సియమ్ కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌గా అవక్షిప్తమై ద్రావణములో ఫ్రక్టోస్ నిలచియుండును. ఈ ద్రావణమును వడపోసి ఇగురబెట్టినచో ఫ్రక్టోస్ లభించును.

ఇంతకన్న సులభముగా ఇన్సులిన్ అను కార్బొహైడ్రేట్ ద్రవ్యమునుండి జలవిశ్లేషణము వలన కేవలము ఫ్రక్టోస్‌నే పడయవచ్చును.

$$\underset{\text{ఇన్సులిన్}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O = \underset{\text{ఫ్రక్టోస్}}{nC_6H_{12}O_6}$$

గుణములు: గ్లూకోస్‌కన్న నీటిలో తక్కువగా కరుగును. ప్రకృతిలో దొరకు ఫ్రక్టోస్ సవ్యధ్రువీకరణగుణము కలది. అందుచే దానికి లెవ్యులోస్ అనిపేరు. ఫ్రక్టోస్‌లో కీటోన్ గణమున్నట్లు దాని కీటోన్ స్వభావమువలన తెలిసినది. గ్లూకోస్‌వలె దీనిలోకూడ ఐదు హైడ్రాక్సీ గణములున్నట్లు రుజువైనది. అందువలన క్రింది ఋజు సాంకేతికము ఫ్రక్టోస్ యొక్క అణురచనను తెలియచేయును.

$$CH_2OH.CHOH\ CHOH.CHOH.CO.CH_2OH$$

గ్లూకోస్ యొక్క చాక్షుష సమాంగరూపములలో నొకటియగు గాలక్టోస్ అను చక్కెర చెట్టుబంకలలో ఉండును; ఇంకొకటియగు మేనోజ్, వెదురుపాలను జలముచే విశ్లేషించుట వలన లభించును.

డైసాకరైడ్‌లు ($C_{12}H_{22}O_{11}$): రెండు మోనోసాకరైడ్ అణువులు సంయోగించి ఒక జలాణువు పైకిపోవుట వలన ఏర్పడిన సంహతయౌగికములుగా వీటిని భావించవచ్చును :

$$2C_6H_{12}O_6 = C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

ఘటకములగు మోనోసాకరైడ్‌ల నుండి కొద్ది సంఖ్య డైసాకరైడ్‌లే సాధించబడినవి. కాని ప్రతిడైసాకరైడ్‌ను జలవిశ్లేషణము వలన (సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున) మోనోసాకరైడ్‌ల క్రింద విడిపోవును :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$$

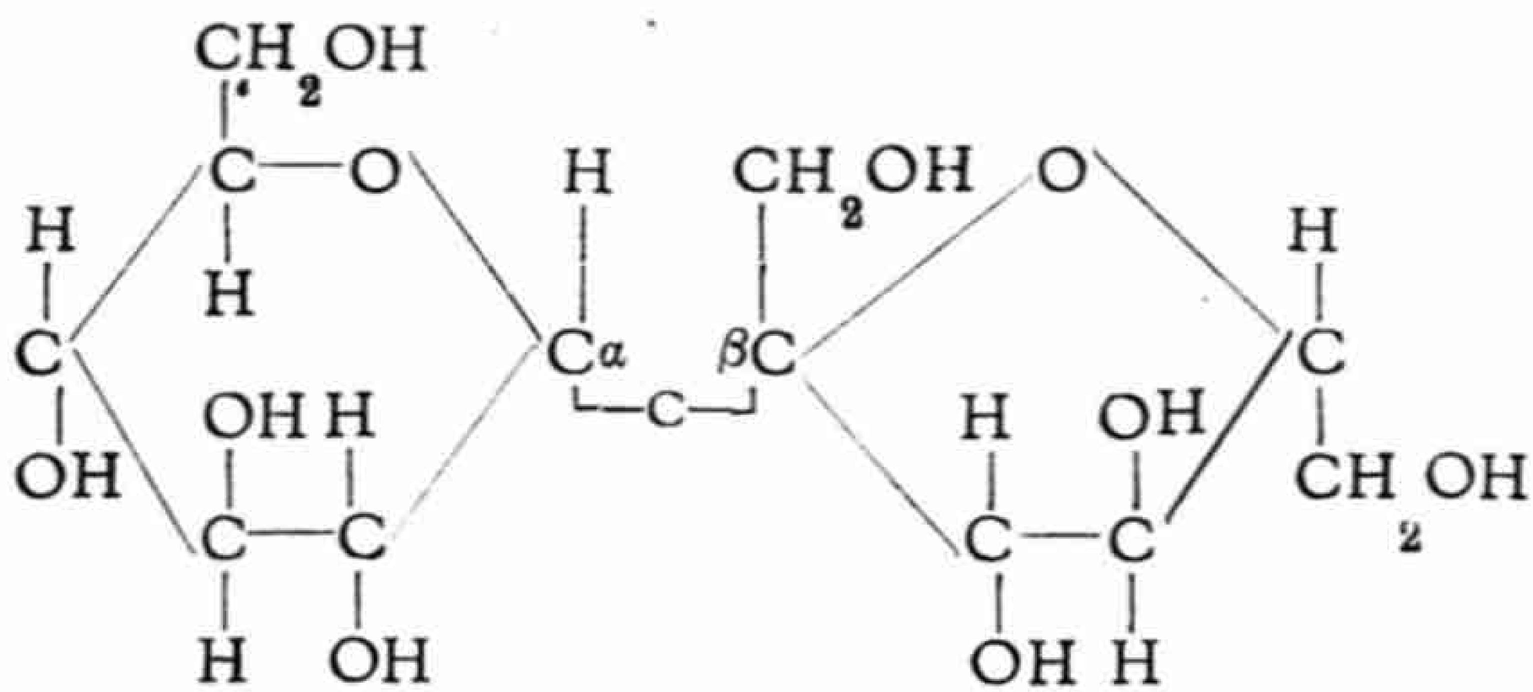
డైసాకరైడ్ యొక్క అణురచనను, అందుండిలభించు మోనోసాకరైడ్‌ల స్వభావమును గుర్తించి ఊహించవచ్చును. మూడు ముఖ్యములైన డైసాకరైడ్‌ల రచన క్రింది విధమున తెలుపవచ్చును :

$C_{12}H_{22}O_{11}$
- ఒక అణువు సూక్రోస్ (చెరకుచక్కెర) → 1 అణువు గ్లూకోస్ + 1 అణువు ఫ్రక్టోస్
- ఒక అణువు మాల్టోస్ (మాల్టు చక్కెర) → 2 అణువులు గ్లూకోస్
- ఒక అణువు లాక్టోస్ (పాల పంచదార) → 1 అణువు గ్లూకోస్ + 1 అణువు గాలక్టోస్

సూక్రోస్ [(చెరకు చక్కెర, సాకరోస్) $C_{12}H_{22}O_{11}$] వృక్షరసములలోను, దుంపలలోను దొరకును. సూక్రోస్ చక్కెర యొక్క జనకద్రవ్యములు ముఖ్యముగా రెండు ఉన్నవి : బీటుదుంపలు, చెరకుగడలు.

గుణములు : నీటిలో సులభముగా కరుగును. ఆల్కహాల్‌లో అతిస్వల్పముగా కరుగును. జలద్రావణములు అపసవ్యకాంతి ధ్రువీకరణ గుణము కలవి. ఆమ్లసంపర్కమున జలవిశ్లేషణమునొంది చెరకుచక్కెర గ్లూకోస్ + ఫ్రక్టోస్ మిశ్రముగా మారిపోవును. సవ్యధ్రువీకరణము గల ఈ మిశ్రమునకు ఇన్వర్ట్ చక్కెర అనిపేరు. పంచదారకు కొంచెమునీరు కలిపి వేడిచేసి కరగించి చల్లారనిచ్చినచో పంచదార చక్కీలు ఏర్పడును. పంచదార ద్రావణమును మెల్లగా స్ఫటికీకరించినప్పుడు పెద్ద స్ఫటికములు లభ్యమగును. ఈ స్ఫటికములకు కలకండ లేదా పటికపంచదారయని పేరు. పంచదార గాఢసల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్చినచో నీటిభాగము లుప్తమై బొగ్గుగా మారిపోవును. గ్లూకోస్ ఫ్రక్టోస్‌లనుండి సూక్రోస్ ఏర్పడినట్లు రుజువైనను దీనియందు, గ్లూకోస్ కనపరచు ఆల్డిహైడ్ గుణములు

గాని, ఫ్రక్టోస్ కనపరచు కీటోన్‌గుణములుగాని కనపడవు. అందువలన గ్లూకోస్ ఫ్రక్టోస్‌లు సూక్రోస్‌గా సంయోగించుటలో, గ్లూకోస్‌లోనున్న ఆల్డిహైడ్ గణమునకు సంబంధించిన కార్బన్ పరమాణువు ఫ్రక్టోస్‌లోనున్న కీటోన్‌గణమునకు చెందిన కార్బన్ పరమాణువుతో సంధించి బంధమేర్పడినట్లు ఊహించవలెను. ఈ ఊహ ననుసరించి ఈ సాంకేతికము సూక్రోస్ యొక్క అణు రచనను సూచించును :




లాక్టోస్ (పాలచక్కెర): జంతువులపాలలో ఉండును. చనుబాలలో 5%-8% ను, ఆవుపాలలో 4%-6% వరకు నుండును. పాలను విరిచి తయారుచేసిన తేటనుండి ఈపాల చక్కెరను చేయుదురు. లాక్టోస్ ఆక్సీహరణద్రవ్యము; ఫెలింగు ద్రావణమును ఆక్సీహరించును. అందువలన యౌగికాణువునందు ఆల్డిహైడ్‌గణమున్నది. ఇది గ్లూకోస్, గాలక్టోస్‌ల కూర్పు.

మాల్టోస్ (మాల్టుచక్కెర): బార్లీ మొలకలనుండి తయారగు మాల్టును గంజితో కలిపినచో మాల్టులో నుండు డైఎస్టేస్ అను ఎన్‌జైమ్ యొక్క చర్యవలన గంజి 80% వరకు మాల్టోస్‌గా మారును. మాల్టోస్ యొక్క జలవిశ్లేషణమువలన గ్లూకోస్ ఒక్కటే లభించును. గనుక మాల్టోస్, గ్లూకోస్ అణువుల కూడికయై ఉండవలెను. దీనికి ఆక్సీహరణగుణము కలదు. అందువలన ఈయౌగిక మందుకూడ లాక్టోజ్ యందువలె ఆల్డిహైడ్ గణము బహిరంగముగా ఉన్నట్లు తలంచవలెను.

పాలీసాకరైడ్‌లు : వీటిలో ముఖ్యమైనవి పిష్టద్రవ్యము, సెల్యులోజ్ (కర్రగుజ్జు), గ్లైకోజన్. పిష్టద్రవ్యము, దుంపలలోను, గింజలలోను, పండ్లలోను లభ్యమగును. వృక్షములకిది ఆహారనిధిగా ఆచరించును.

పారిశ్రామికముగ బియ్యమునుండి, మొక్కజొన్న నుండి, బంగాళాదుంపలనుండి తయారగుచున్నది. దుంపపిండి, కర్రపెండలముదుంపలపిండి (టాపియోకా లేదా టుపాకిబియ్యము), మన్యప్రాంతములలో దొరకు పాలగుండకూడ దుంపపిండిరకములే. సగ్గుబియ్యముకూడ పిండిద్రవ్యమే. వేడినీటిలో కరగించుటవలన పిండిని రెండు భాగములుగా విడదీయవచ్చును. అందొకటి ద్రావ్యము 10% 20%; దీనికి ఆమిలేస్ అని పేరు. మిగిలినది అద్రావ్య భాగము (80% 90%); దానికి ఆమిలో పెక్టిన్ అని పేరు. రెండు ద్రవ్యముల నుండియు జలవిశ్లేషణము వలన గ్లూకోస్‌ను కాని, మాల్టోస్‌లుకాని తయారుచేయవచ్చును. కాని వీటిగుణములలో భేదము కలదు. అయిడీన్‌తో ఆమిలేస్ నీలిరంగును. ఆమిలోపెక్టిన్ ఊదారంగును ఇచ్చును. ఆమిలేస్ అణుభారము 10,000-50,000 మధ్య నుండును. ఆమిలో పెక్టిన్ యొక్క అణుభారము 50,000 1,000,000 మధ్య నుండును. రెండిటి అణురచన ఒకే మాదిరిగా నుండును. ఘటకములసంఖ్యలో భేదముతప్ప అణురచనలో అసంఖ్యాకములగు $\alpha$ - గ్లూకోస్ అణువులు గొలుసుకట్టుగా కలిసియుండును.

సెల్యులోస్ (కాష్టద్రవ్యము): సెల్యులోస్ అను పాలీసాకరైడ్ వృక్షశరీరమునకు అస్థిపంజరముగా ఆచరించుచున్నది. కర్రయొక్కయు, తక్కిన వృక్ష భాగముల యొక్కయు జీవకణములలోనుండు ద్రవ్యములో నించుమించు సగము సెల్యులోస్. ప్రత్తి దూది శుద్ధమైన సెల్యులోస్. జనపనార, గోగునారకూడ కాష్టద్రవ్యమే. దూదిని జిడ్డు పదార్థములు పోవునట్లు శుద్ధిచేసి మిగిలియున్న మలినములను తొలగించుటకు విలీనక్షారద్రావణముతో శుద్ధి చేయుదురు. కాగితపుపరిశ్రమకు వలయు కర్రగుజ్జులో సెల్యులోస్‌తో రచనా సామ్యముకల హెమిసెల్యులోస్ అను కొన్ని ద్రవ్యములు, పాలీసాకరైడ్‌కాని లిగ్నిన్ అను నింకొకద్రవ్యము కలిసియుండును. సోడియమ్‌బైసల్ఫైట్‌తో గాని, కాస్టిక్ సోడాద్రావణముతో కాని ఉడకపెట్టుట వలన కర్రసెల్యులోస్‌నుండి లిగ్నిన్‌ను తొలగించవచ్చును. కర్రలనుండి లభ్యమగు సెల్యులోస్ ఏకజాతీయద్రవ్యము కాదు. అది $\alpha$ - సెల్యులోస్, $\beta$ - సెల్యులోస్ అను రెండు ద్రవ్యముల మిశ్రమము. వీటిని సోడాక్షారద్రావణముతో వేరుచేయవచ్చును. ఏలన $\alpha$ - రూపము క్షారములో అద్రావ్యము; రెండవది ద్రావ్యము. రెండును గ్లూకోస్ ఘటకములనుండి ఏర్పడినవే; కూర్పులోను భేదముండవచ్చును. సెల్యులోస్ యొక్క అణుభారము 20,000-40,000 మధ్య ఉండును.

సెల్యులోస్ నుండి వ్యుత్పన్నములగు ద్రవ్యములు నైట్రేట్‌లు, ఆసిటేట్‌లు మొదలైనవి. పారిశ్రామికముగా ప్లాస్టిక్‌లు, విదారకద్రవ్యములు చాలముఖ్యమైనవి వీటి వివరములకు ఆయాశీర్షికలను చూడనగును.

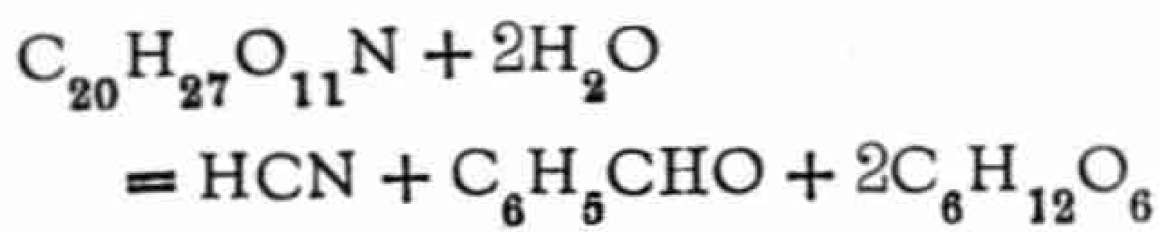
గ్లైకోజన్ : పిండి వృక్షములకెట్లో, అట్లే గ్లైకోజన్ జంతువులకు కార్బోహైడ్రేట్‌ను నిల్వయుంచునదిగా ఆచరిం

చును. అది జంతువుల యకృత్తులోను, కండరములలోను ఉండును; అయిడిన్‌తో ఊదారంగు నిచ్చును. జలవిశ్లేషణము వలన నిది గ్లూకోస్‌గా మారును. మాల్టోస్‌వలె ఇదికూడ α- గ్లూకోస్ అణువుల యొక్క వరుస కూర్పు. ఈకూర్పులో 12-18గ్లూకోస్ యూనిట్‌లు ఉన్నట్లు అంచనా వేయ బడినది.

మానవాహారములోనున్న గంజినుండి, చక్కెరనుండి యకృత్తు గ్లైకోజన్‌ని తయారుచేసి నిలువగా యుంచును. ఈ గ్లైకోజన్ నిర్మాణము యకృత్తుయొక్క ముఖ్య వ్యాపారము. కావలసినప్పుడెల్ల శరీరమునకు యకృత్తు దీనిని సరఫరా చేయుచుండును. శరీరమునకు గ్లైకోజన్, వ్యాపారస్థులకు ముఖ్యమగు మూలధనమువంటిది.

గ్లూకోసైడ్‌లు : పంచదారజాతికి స్వభావములో చాల దగ్గరనున్న గ్లూకోసైడ్‌లను ప్రత్యేకతరగతియౌగికములు కలవు. ఎన్‌జైమ్‌లచేగాని, లేదా విలీనామ్లములచేగాని జలవిశ్లేషణమును పొందినపుడు ఈ గ్లూకోసైడ్‌లు ఒక జలాణువును గ్రహించి పంచదారగాను, ఇతరకార్బన్ యౌగికములుగాను విడిపోవును.

ఉదా : చేదు బాదం పిక్కలలో ఉండు అమిగ్డాలిన్ అను ద్రవ్యమునుండి హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ కాక బెన్జాల్డిహైడ్, గ్లూకోస్ అను మరిరెండుయౌగికములు విడివడును.



$$C_{20}H_{27}O_{11}N + 2H_2O = HCN + C_6H_5CHO + 2C_6H_{12}O_6$$

ఇవి సాధారణముగా వృక్షజన్యములు. కొన్ని జంతు శరీరములందుకూడ కన్పట్టును. వీటితో అనుబంధముగా నుండు పంచదార సాధారణముగా పెంటోస్ అయి ఉండును. వీటిని ఆ పంచదారనుండి వ్యుత్పన్నములైన ఈతర్‌లుగా భావించవచ్చును. (చూ. ఆంతసైనిన్‌లు పు. 163) 

జి. వి. చ.

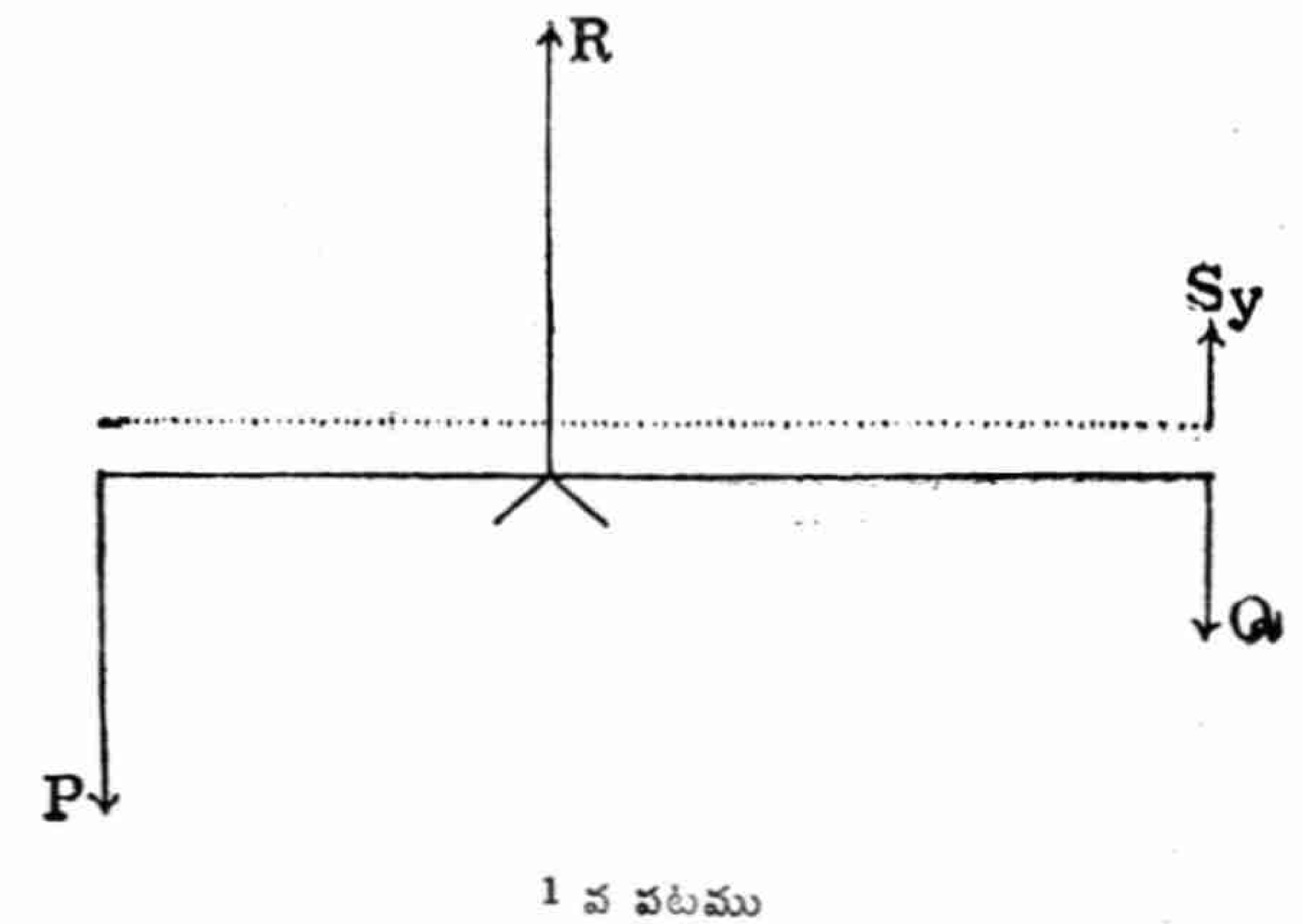
**కాలిఫోర్నియమ్** : అతి అస్థిరమైన మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 98. సంకేతము Cf. పరమాణుభారము 251 (స్థూలరాశి)-244 మొదలు 254 పరమాణుభారములు గల పెక్కు సమస్థానీయములు గుర్తింపబడినవి. పరమాణుకేంద్రక పరిశోధనా కార్యక్రమములో కాలిఫోర్నియా రేడియేషన్ లేబొరేటరీలో బయల్వెడలిన మూలద్రవ్యము. పరిశోధనను నిర్వహించిన ఎస్.జి.తాంప్సన్, కె. స్ట్రీట్, ఎ. ఘియోర్‌సో, జి. టి. సీబార్గ్ ప్రభృతులు సైక్లోట్రాన్ యంత్రములోని క్యూరియమ్[242] లక్ష్యము పైకి హీలియమ్ అయన్‌లను మర్దించినప్పుడు హీలియమ్ కేంద్రకము క్యూరియమ్[242] కేంద్రకముతో కలిసిపోయి ఒక న్యూట్రాన్ కోల్పోవును. అప్పుడు 245 పరమాణు భారముగల కాలిఫోర్నియమ్ ఉత్పత్తియగును.

* * *

**కాల్పనికకర్మతత్త్వము** : బాహ్యబలనిరపేక్షముగ తోలనస్థితికి భంగము రాకుండునంత స్వల్పముగ నొకవస్తు వ్యూహములో సంభవించిన స్థానచ్యుతియందు ఆ వ్యూహ మందు వివిధబిందువులవద్ద జరిగిన కర్మరాశుల మొత్తమును పరిగణించుటవలన యాంత్రికశాస్త్రమందలి సమస్య లనేక ములను పరిష్కరించ వచ్చును. ఈ అతిస్వల్ప స్థానచ్యుతిలో ఆ వస్తువ్యూహపు వివిధ బిందువుల వద్ద వివిధబలములు వివిధ కర్మరాశులను జనింపచేయును. కాని, ఆ వస్తువు మీద పనిచేయు బలము లన్నియు పరస్పరము సమతోలన స్థితిలోనున్నవగుటచే ఆ కర్మరాశుల బీజగణితసంకలనము సున్నకు సమమగును. క్రింది దృష్టాంత పరిగణనలో పై తత్త్వము విశదమగును :

రెండు సమానాంతర బలముల పరిణమితబలమును కనుగొనుట మన సమస్య అనుకొందము.

P,Q అను రెండు సమానాంతరబలములు R అను విరుద్ధ బలమునకు సమమగుపరిణామితబలమును కలిగియున్న సందర్భములో (చిత్రము 1) ఈ సమానాంతరబలములు దేనిమీద పనిచేయుచున్నవో ఆ వస్తువు ఈ సమానాంతర బలప్రయోగదిశలో అతి స్వల్పముగా δy అను స్థానచ్యుతిని చెందిన దనుకొందము. అట్టిస్థితిలో వస్తువుపై P చేసినపని




1 వ పటము

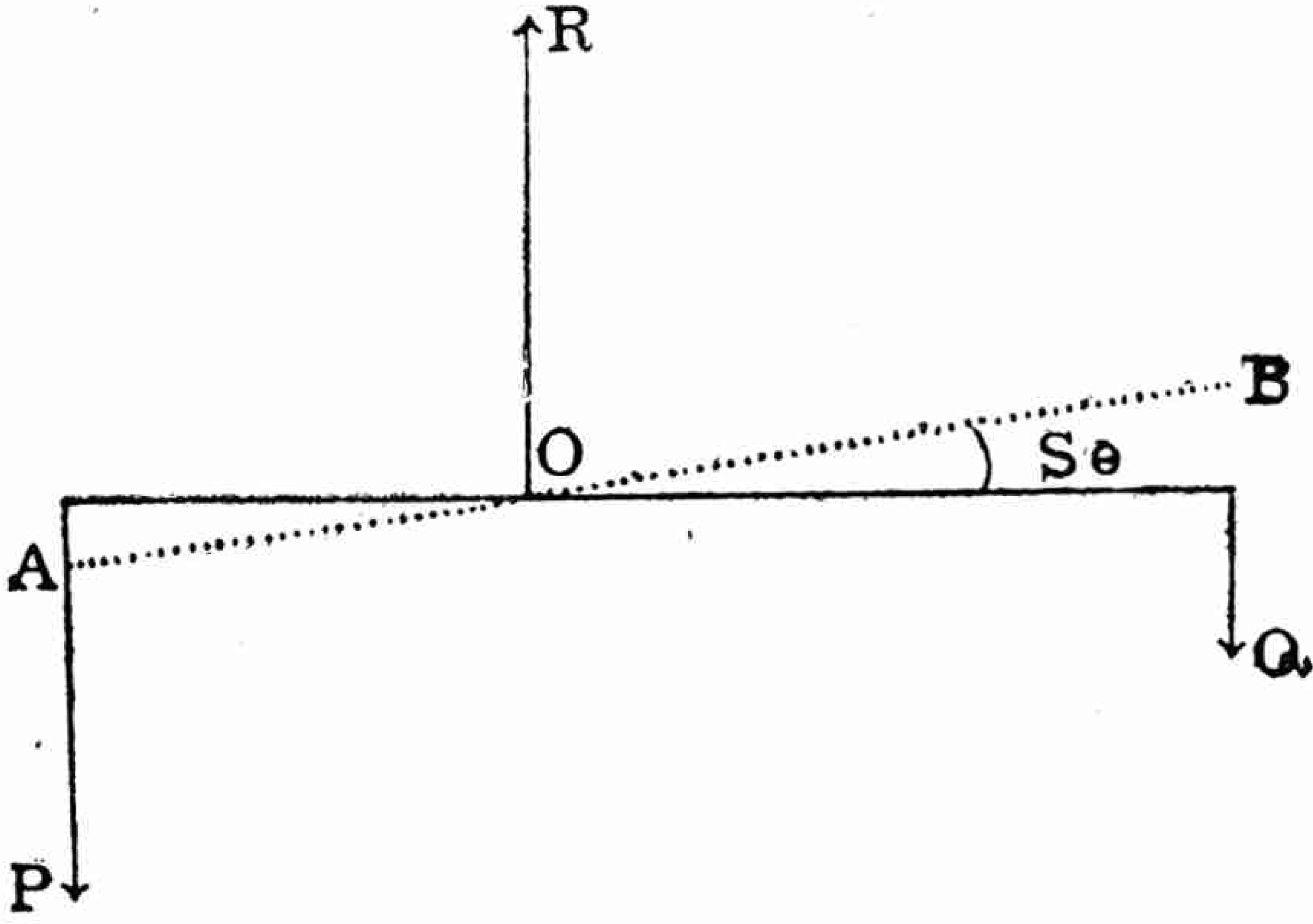
P.δy ; Q చేసినపని Q.δy ; తుదకు R చేసినపని − R.δy. పై కాల్పనికకర్మతత్త్వప్రకారము :

$$P.\delta y + Q.\delta y - R.\delta y = O \; ; \; \therefore R = P + Q.$$

మరియొక దృష్టాంతము :

'O' అను కేంద్రబిందువుచుట్టు ఒక వస్తువు $\delta\theta$ అను కోణమునకు తిరిగినదనుకొందము (చిత్రము 2; పు. 287).

కేంద్రబిందువు 'O' వస్తుభ్రమణఫలముగా స్థానచ్యుతిని పొందలేదు. అందుచే 'O' వద్ద పని ఏమియు జరుగ లేదు. కాని P అను బలముయొక్క ప్రయోగబిందువు $OA \times \delta\theta$ అను దూరమునకు జరిగినది. అందుచే P అను బలము $P.AO.\delta\theta$ అను పనిని చేసినది. అట్లే Q. Q,OB. $\delta\theta$ అను పనిని విరుద్ధదిశలో చేసినది. కాల్పనికకర్మతత్త్వ




2 వ పటము

దృష్టిలో కర్మరాశుల బీజగణిత యోగము సున్నకు సమ మగును. $P \times AO \times \delta\theta - R \times OB \times \delta\theta = 0$ లేదా $P \times OA = Q \times OB$ ఈ ఫలమును ఒక బిందుసాపేక్ష ముగా సమానాంతర బలములబిభ్రమిషలను కనుగొను సందర్భములో అరసియుంటిమి. ఇట్లే ఈ తత్త్వమును ఉపయోగించి అనేక యాంత్రికశాస్త్ర సమస్యలకు సమా ధానములను బడయవచ్చును. మే. వ. న.

**కాల్సియమ్**: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమా ణ్వంకము 20; సంకేతము Ca; పరమాణుభారము 40·08; విశిష్టగురుత్వము 1·55. ఖనిజములు - వ్యాప్తి: కాల్సియమ్ ముఖ్యమైన ధాతువులలో నొకటి. సున్నము, సున్నపురాయి సాధారణముగ వాడబడువస్తువులే. కాల్సి యమ్ ఈ పదార్థములలో సంయోగరూపముననుండు మూలద్రవ్యము. కాల్సియమ్ చురుకైన ధాతువగుటచే ప్రకృతిలో విడిగా లభించదు; యౌగికముల రూపముననే దొరకును. అందు ముఖ్యమైనది కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ అను సున్నపురాయి. కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ పలురూప ములలో ఉండును. చలువరాయి (మార్బిల్) అనియు, సున్నపు రాయి అనియు, సుద్ద అనియు, దాని రంగును, స్ఫటికాకారమును, అందు చేరియుండు మాలిన్యములను బట్టియు పలువిధములైన పేరులతో వ్యవహరింపబడు చున్నది. ఈ సున్నపురాతినుండియే పలువిధములుగా ఉపయోగపడు సున్నము తయారగుచున్నది.

ప్రకృతిలో దొరకు మరొక కాల్సియమ్ యౌగికము, జిప్సమ్ అను లవణము. ఇది సల్ఫేట్ లవణము; స్ఫటిక జలయుతముగా దొరకును. మరొకటి కాల్సియమ్ కార్బొనేట్, మగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్ ల మిశ్రరూపమైన డాలమైట్ ఖనిజము, ($CaCo_3$ $MgCo_3$)

ఇంకను జంతువుల ఎముకలలో చాల భాగము (కాల్సి యమ్) ధాతులవణములలో నొకటగు కాల్సియమ్ఫాస్ఫేట్ (భాస్వరామ్లలవణము) అనునది. కాల్సియమ్ఫాస్ఫేట్ ఆపకైట్ అను భాస్వర ఖనిజములో కూడ ఉన్నది.

ధాతుసాధన: కొంచెము కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ కలిపిన నిర్జల కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ లవణమును వేడిచే కరగించి, ఆ ద్రవమును విద్యుత్‌విశ్లేషణమునకు గురిచేసినచో ఋణా గ్రముపై కాల్సియమ్ధాతువు లభించును.

గుణములు: కాల్సియమ్ ధాతువు పరిశుద్ధముగా నున్నపుడు వెండివలెనే మెరయు మెత్తనైనధాతువు. క్వథనాంకము 1487°C; ద్రవాంకము 810°C; ఇది చాల చురుకైన ధాతువు. కొద్దిగా వేడిచేసినచో హైడ్రోజన్ తోను, నైట్రోజన్ తోను, ఆక్సిజన్ తోను సులభముగా సంయోగించును. ఆమ్లములతో చాలా చురుకుగాను, నీటితో, రాసాయనికముగా ప్రతికరించును.

ఉపయోగములు: కాల్సియమ్ధాతువు, ఇంతకుముందు చాల విరివిగా ఉపయోగింపబడకపోయినను, ప్రస్తుతము కొన్ని ముఖ్యమైన ధాతుమిశ్రములలోను, గాజు గొట్ట ములలోగాని, గాజు పాత్రలలోగాని, శూన్యప్రదేశ కల్పనకు గెట్టర్ *గాను మొదలగు వాటికి వాడబడు చున్నది.

యౌగికములు: కాల్సియమ్ యౌగికములు నేటి నవ నాగరిక యుగములో విరివిగా వాడబడుచున్నవి. పారి శ్రామికంగా వాటికి గిరాకీ మెండు. అందు కొన్ని దిగువ చర్చించబడినవి.

సున్నము(పొడి): పొడి సున్నమును సాధారణముగా సున్నపురాతిని కాల్చి తయారుచేయుదురు.

సున్నపురాతినుండితయారుచేసిన సున్నమునకు రాతి సున్నమని పేరు. ఇలాగే సున్నపురాతికిబదులు సముద్ర తీరమున దొరకు గవ్వగుల్లలను ఉపయోగపరచి, కాల్చి తయారుచేసిన సున్నమును గుల్లసున్న మందురు.

సున్నము(తడి): పైనివ్రాసినప్రకారము తయారుచేసిన పొడిసున్నమును చల్లారనిచ్చి దానిపైన తగుమాత్రపునీరు

* గెట్టర్: రేడియో వాల్వులో, రేచక యంత్రముచే తీసి వేయగా మిగిలిన గాలితో రాసాయనికముగా సంయోగించి శేషించిన గాలిని నిర్మూలించుటకు ఉపయోగించు ధాతుద్రవ్యము.

చల్లినచో మిక్కిలితీవ్రమైన రాసాయనికపు మార్పు జరుగును. అనగా చల్లిననీరు ఆవిరియగునంతటి వేడి జనించి కాలిన రాయిఅంతయు విరియబడి పొడియగును. ఈ పొడి, కాల్సియమ్ఆక్సైడ్ (పొడిసున్నము) నీరు, సంయోగమున ఏర్పడిన యౌగికము. దీనినే తడిసున్నము, లేదా కాల్సియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్ లేదా స్లేకెడ్ లైమ్ అందురు. నీటిలో తడిసున్నము యొక్క ద్రావణీయత చాలతక్కువ. సున్నమును ఎక్కువనీటితో కలిపి తేరబెట్టినచో, పైన తేరిన నిర్మలద్రవమునకు సున్నపుతేట అనిపేరు. ఈ నిర్మలమైన సున్నపుతేట గాలిలో నున్న కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌వాయువును పీల్చుకొని, దానితో సంయోగించి, కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ ఏర్పడుటవలన తేటపై తెల్లని పొర ఏర్పడును. ఈలాగే పరిశోధనశాలలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును గుర్తించుటకు సున్నపుతేట ఉపయోగింపబడుచున్నది. సున్నపుతేట పాలవర్ణముగా మారుట కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువునకు గుర్తు.

తడిసున్నపువాడుక : సున్నము పలువిధములైన రాసాయనికపుపరిశ్రమలలోను, ఇతర పరిశ్రమలలోను ఉపయోగింపబడు చున్నది. ముఖ్యముగా వ్యవసాయములోను, గృహనిర్మాణ పరిశ్రమలోను, గాజుపరిశ్రమ, ధాతుపరిశ్రమ, కాగితపుపరిశ్రమ, చక్కెర పరిశ్రమలోను, తోళ్లు పదునుచేయుటయందును, నీటిని శుభ్ర పరచుటలోను, విస్తారముగా ఉపయోగింపబడుచున్నది. ఇది క్షారములలో చాల చౌకయైనట్టియు, సులభముగా తయారుచేయుటకు వీలగునట్టియు ముఖ్యద్రవ్యము. ముఖ్యముగా కట్టుసున్నమునకు, కాంక్రీట్ తయారుచేయుటకును చాలవరకు వాడబడుచున్నది.

కట్టుసున్నము (మోర్టార్) : పొడిసున్నము ఒక పాలు గంద్రఇసుక రెండు లేదా మూడు పాళ్లు తగిననీటితో కలిపి గానుగలో బాగుగా రుబ్బినచో కట్టుసున్నమగును. ఇసుక కలుపుటచే కట్టుసున్నము ఎండినప్పుడు ఎక్కువ సంకోచించదు ; కనుక పగుళ్లేర్పడవు. ఇసుకవలన కట్టుసున్నము గుల్లపారి గాలిలోని కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పీల్చుకొని కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ఏర్పడి గట్టిపడును.

సున్నపురాయి : ప్రకృతిలో సున్నపురాయి, చలువరాయి, సుద్ద, పగడము, ముత్యము, సముద్రతీరమున దొరకు గవ్వగుల్లలు భిన్న భౌతికరూపములలో దొరకినను, ఇవన్నియు రాసాయనికముగా కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ యొక్క రూపాంతరములే. వీటి వివిధాకారవర్ణములను పట్టి వివిధోపయోగములకు వాడబడుచున్నవి. స్వచ్ఛముగా స్ఫటికరూపములోదొరకు సున్నపురాతికి 'ఐస్‌లాండ్ స్పార్' అనియు, స్వచ్ఛత తక్కువగానుండు దానికి 'కాల్ సైట్' అనియు పేర్లు.

సున్నపురాతి ఉపయోగములు : దీనిని ఎక్కువగా పొడి సున్నము తయారు చేయుటకును, ఇనుము తయారు చేయుటలోను, గాజు, సిమెంటు తయారుచేయుటకును పరిశోధనశాలలో కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువును తయారు చేయుటకును వాడబడుచున్నది. సున్నపురాయి చలువరాయిగా గోడలుకట్టుటకును, అలంకరించుటకును ఉపయోగపడుచున్నది. ఇది పలురంగులు కలది ; నలుపు ఎరుపు, బూడిదరంగు, పసుపు, రోజా వర్ణములు కలిగి ఉండును.

పగడము, ముత్యము : కొన్ని సూక్ష్మజీవులు సముద్రపు అడుగుభాగముననుండు కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ ద్రవ్యమును సేకరించి పగడమురూపమునను ముత్యమురూపమునను విసర్జించును. ఎంతవిలువగల పగడమైనను, ముత్యమైనను, ఆసిడ్‌లో వేసినపుడు నిమిషములో బుసబుసమని కరగి కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌ను విడిచిపెట్టును.

కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్ : ఈ లవణము పెక్కురాసాయనిక పరిశ్రమలలో ఉపద్రవ్యముగా తయారగును( చూ. ఆల్కలీ ధాతువులు, పు. 190). దీని కేమియు ముఖ్యమైన ఉపయోగ మింతవరకు లేదు. కాని దీనికి చాలవిరివిగా తడినిపీల్చుకొనుగుణమున్నది ; అందువలన పరిశోధనశాలలో పలువిధములైన వాయువుల తడిని పొడిగాచేయుటకు ఉపయోగింపబడుచున్నది. (చూ. బిరిలియమ్ వర్గము.) బి.గో.కృ.

**కాస్మిక్ కిరణములు :** చూ. విశ్వకిరణములు.

**కిణ్వప్రక్రియ** (ఫెర్మెంటేషన్) : జీవరాసాయనిక ప్రక్రియ చక్కెరను పులియబెట్టిన ఎతిల్ ఆల్కహాల్ అను మద్యసారమును పొందవచ్చును ; చెరకు చక్కెర ద్రావణమును పులియబెట్టినప్పుడు మొదలు ఇన్వర్టేజ్ (సూక్రోజ్) అను ఎన్‌జైమ్ ప్రేరక ద్రవ్యముగా ఆచరించి చక్కెరను గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్‌గా విడగొట్టును. మరల ఈ గ్లూకోస్, ఫ్రక్టోస్, జైమేజ్ ప్రేరక ప్రభావమున ఎతిల్ ఆల్కహాల్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గా విడివడును. ఈ ప్రక్రియకు కిణ్వప్రక్రియఅని పేరు. చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్-సిరకా చేయువిధానము ; కార్బొహైడ్రేట్‌లు. * * *

**కిర్కాఫ్, గస్టవ్ రాబర్ట్** (1824 - 1887) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. మొదట హైడిల్‌బర్గ్‌లోను, తరువాత బెర్లిన్‌లోను ఆచార్యపదవిని అలంకరించెను. బున్‌సెన్ విజ్ఞానితోకూడ వర్ణమాల దర్శకమును నిర్మించిన ప్రతిభావంతుడు. వర్ణమాలదర్శక సహాయమున రాసాయనిక విశ్లేషణ కళను చాల పెంపొందించెను. సూర్యవర్ణమాలలో

పెక్కు రేఖలను గుర్తించి ఫ్రాన్‌హోఫర్ తిమిరరేఖలకు సరియైన వివరణము నీయగలిగెను. "వేడిచేసినప్పుడు ఒక వస్తువు వెలిబెట్టు కాంతి తరంగములనే ఆ వస్తువు చల్లగా నున్నప్పుడు తిరిగి విచూషించును." అను ఈయన పేరును మోయుచున్న నియమము ఈయన కనుగొనినదే. 1850 లో బున్‌సెన్‌తోకూడ సీజియమ్, రుబిడియమ్ అను క్షారధాతువులను వర్ణమాల విశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగించి కనుగొనెను. (చూ. భౌతిక విజ్ఞానము - 19 వ శతాబ్దము పు. 40 - 41.) మే. వ. న.

**కీటోన్‌లు :** చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు - పు. 195.

**కూలామ్, ఛార్లెస్ అగస్టిన్ (1736 - 1806) :** ఫ్రెంచ్ భౌతిక విజ్ఞాని. కొంతకాలము సైనికదళములో ఇంజనీర్‌గా పనిచేసి, ఫ్రెంచ్ విప్లవసమయమున ఉద్యోగమునుండి విరమించి జీవితాంతమువరకు భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలయందు కూలామ్ నిమగ్నుడై యుండెను. ఈయన ప్రధాన పరిశ్రమ విద్యుత్తునకు, అయస్కాంతత్వమునకు చెందిన జ్ఞానరంగములయందు మార్గదర్శకమైనది. ఈయన మోటన తులాయంత్రమును నిర్మించి దానిసహాయమున విద్యుదావేశముల పరస్పర ఆకర్షణ అపకర్షణములను గురించిన నియమమును ప్రాయోగికముగా స్థాపించెను. (చూ. కూలామ్ నియమము). విద్యుద్రాశిని కొలుచుటకై నియమితమైన యూనిట్‌నకు పేరు 'కూలామ్' అని ఈయన స్మారకముగ పెట్టబడినది. మే. వ. న.

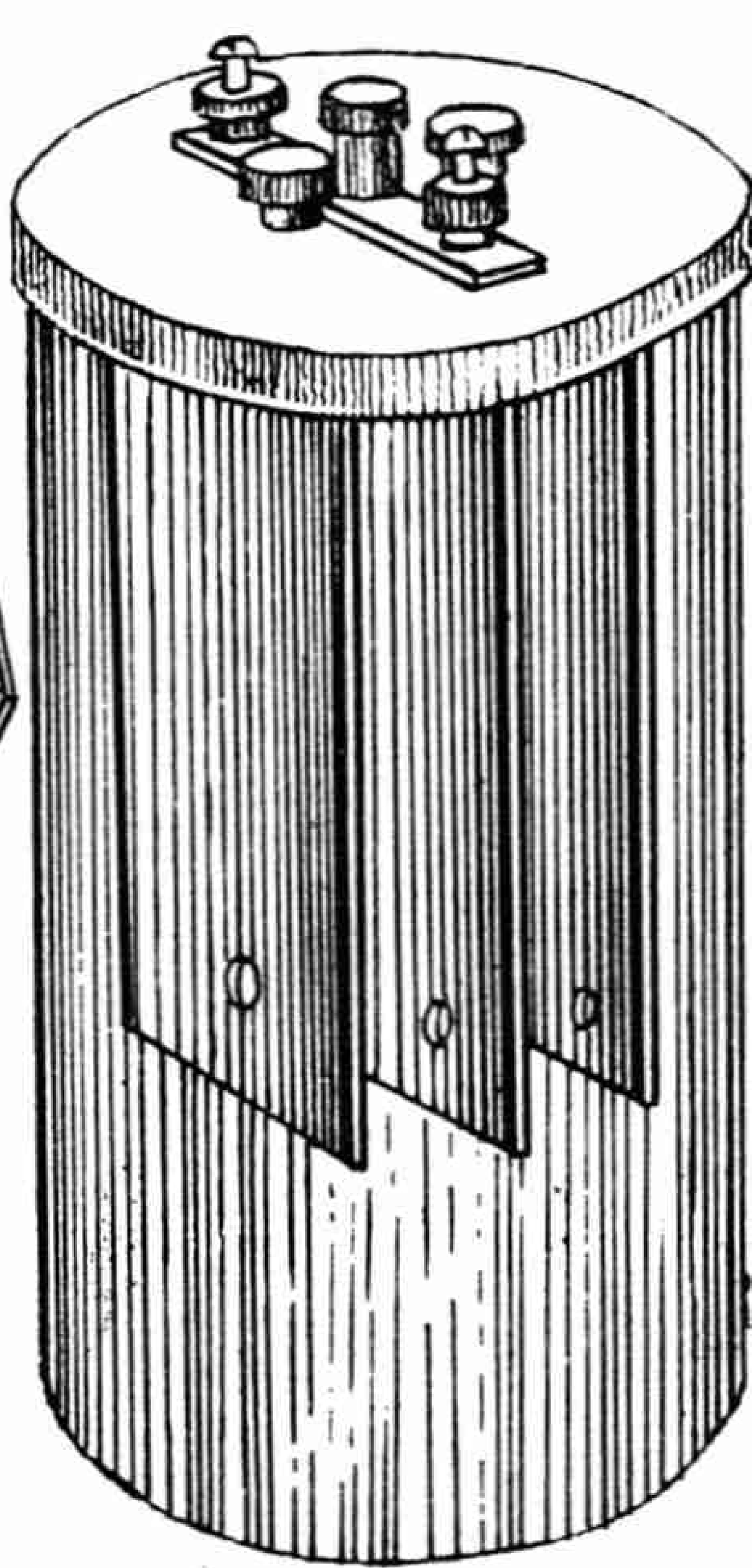
**కూలామ్ నియమము :** విద్యుదావిష్ట వస్తువులమధ్యగాని, అయస్కాంత ధ్రువముల మధ్యగాని కనిపించు ఆకర్షణ, అపకర్షణ బలముల ప్రకృతిని నిరూపించు నియమము. ఇదికూడ న్యూటన్ బలనియమమువలె వస్తువుల మధ్యనుండు దూరముయొక్క వర్గముతో ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణబలము ప్రతిలోమముగా మారుచుండునని నిరూపించును. $e_1$, $e_2$ లు రెండు వస్తువులపైనున్న విజాతీయావేశములై, r వాటి మధ్యదూరమైనపుడు ఆకర్షణ బలము :

$$f = \frac{1}{K} \cdot \frac{e_1 \times e_2}{r^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

అట్లనే $m_1$, $m_2$ లు రెండు అయస్కాంతముల విజాతీయ ధ్రువబలములై వాటిమధ్య దూరము r అయినప్పుడు వాటిమధ్య కననగు ఆకర్షణబలము :

$$f = \frac{1}{\mu} \ \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ఈ రెండు సమీకరణములందును కనబడు K, $\mu$ లు స్థిరాంకములు, శూన్యమందుకన్న ద్రవ్యయానకములో ఈ బలముల ప్రభావము తగ్గుటచే యానకద్రవ్య స్వభావాను గుణములగు K, $\mu$ స్థిరాంకములు హారములోనికి ఎక్కినవి. శూన్యమందు ఈ స్థిరాంకముల మూల్యము ఒకటి. మే. వ. న.



వెండి కూలామ్ మాపకము

**కూలామ్ మాపకము:** ఒక విద్యుద్వలయములో ప్రవహించు విద్యుద్రాశిని కొలుచుటకు ఉపయోగించు విద్యుత్‌విశ్లేషణ ఘటము. దీనికి 'వోల్టామాపక' మని మరొక పేరు కూడ కలదు.

ఫారడే మొదటి విద్యుత్‌విశ్లేషణ నియమము ప్రకారము ఒక విద్యుద్వలయములో ప్రవహించు విద్యుద్రాశికి ఆ వలయమందుంచబడిన ఒక ద్రావణములోని ఋణాగ్రముపై విడుదలయగు రాసాయనిక ద్రవ్యరాశి మానము.

ఈ విడుదలయగు రాసాయనిక ద్రవ్యరాశి, వెండి, రాగివంటి మూలద్రవ్యమగుచో ఆ మూలద్రవ్యము ఋణాగ్రముపై పొరగా ఏర్పడును. ఋణాగ్రమును ప్రయోగమునకు పూర్వము, తరువాత తూచినచో పొరగా ఏర్పడిన ద్రవ్యరాశిని నిర్ధరించవచ్చును.

ఈ ప్రక్రియ ఆధారముచేసికొని అంతర్జాతీయ కూలామ్ అను విద్యుద్రాశి యూనిట్‌ను భౌతికశాస్త్రజ్ఞులంద

రును ఏకమై నిర్వచించిరి. ఆ సమాఖ్య ప్రకారము సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణములో ముంచిన వెండి ఋణాగ్రముపై 0.00111800 గ్రాము వెండిని విడుదలచేయగల విద్యుద్రాశికి కూలామ్ అనిపేరు.

ఈ విడుదలయగు రజతరాశిని నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు పరికరము 289వ పుటలోని చిత్రములో కననగును.

ఈ పాత్రలో మూడు రజతఫలకములు ఉన్నవి. అందు మధ్యనున్న పలుచటిరేకు ఋణఫలకము అందుపైననే వెండి పొరగా ఏర్పడును. దానిని తూచుటకై సులభముగా వేరుచేయ వచ్చును. తక్కిన రెండు రేకులును ధన ఫలకములు. ఇందుపయోగించు ద్రావణము సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణము.

పరికరమందు వెండిరేకులకు బదులుగా రాగిరేకులను కూడ వాడుకచేయుదురు. ఈ పరికరమునకైన ద్రావణమును 5 గ్రాముల గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, 5 గ్రాముల శుద్ధమైన ఆల్కహాల్ 100 గ్రాముల నీటితో కలుపగా వచ్చిన ద్రావణమందు 15 గ్రాముల మైలతుత్తపు స్ఫటికములను కరగించి తయారుచేయుదురు. మే. వ. న.

**కృష్ణన్, కరియమానిక్కం శ్రీనివాస (1898 - 1962)** : అధునాతన భారతీయ భౌతికవిజ్ఞానులలో పేరు పొందినవాడు. కృష్ణన్ మద్రాసులోని క్రిస్టియన్ కాలేజి యందు విద్యనభ్యసించి 1918 లో మద్రాసు యూనివర్సిటీనందు పట్టభద్రుడయ్యెను. కలకత్తా యూనివర్సిటీలో రెండేండ్లు చదివిన తరువాత 1922 లో ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో కృతార్థుడై నూతన పరిశోధనలను కావించి మద్రాసు యూనివర్సిటీ 'డాక్టరు' బిరుదమునుసంపాదించెను.


కరియమానిక్కం శ్రీనివాస కృష్ణన్

తరువాత ప్రసిద్ధభారతీయ భౌతిక విజ్ఞాని రామన్‌కు 'రామన్ ఫలితము'ను (చూ. రామన్ ఫలితము) కనిపెట్టుటలో సహాయుడుగా ఉండెను. 1923 నుండి 1928 వరకు కలకత్తాలోనున్న 'ఇండియన్ అసోసియేషన్ ఫర్ ది కల్టివేషన్ ఆవ్ సైన్స్' పరిశోధనశాలలో కాంతి పరిక్షేపణము, స్ఫటికముల భౌతిక రాసాయనిక లక్షణములు, అయస్కాంతత్వము మొదలగు విషయములను గూర్చి పరిశోధనలు అనేకములను గావించెను. 1928 నుండి 1933 వరకు ఢక్కా యూనివర్సిటీయందును, తరువాత 1942 వరకు మీద చెప్పిన ఇండియన్ అసోసియేషన్‌లోనే భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనాచార్యుడుగను, తరువాత 1948 వరకు అలహాబాదు యూనివర్సిటీలో ఆచార్యుడుగను పనిచేసి 1948లో నూతనముగ న్యూఢిల్లీలో భారత ప్రభుత్వముచే స్థాపితమైన జాతీయభౌతిక విజ్ఞాన ప్రయోగశాల (నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీ)కు డైరెక్టరుగా నియమితుడై జీవితాంతము (1962)వరకు ఆ పదవి నిర్వహించెను. గొప్ప వైజ్ఞానికులవలె ఈయనకూడ అనేక బహుమానములకు పాత్రుడైనాడు. 1940 లో రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. పి. భీ. రా.

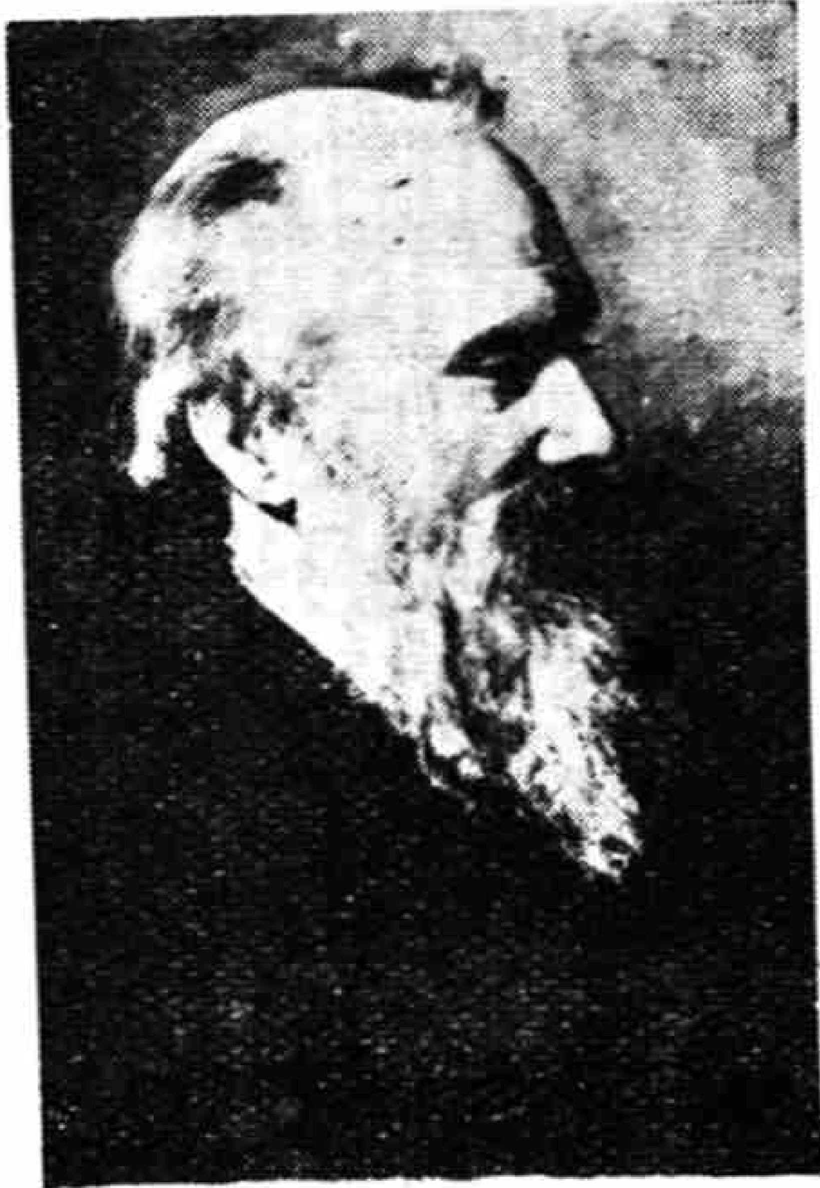
**కెప్లర్, జోహన్ (1571-1630)** : జర్మను గణితవేత్త; ఖగోళశాస్త్రవిదుడు. ట్యూబింజన్ యూనివర్సిటీయందు చదువు ముగిసిన తరువాత గ్రాజ్ (స్విట్జర్లండ్) విద్యాసంస్థలో గణితశాస్త్రాధ్యాపకుడుగా 1593 లో ప్రవేశించెను. కొన్ని మతవిషయికపు చిక్కులచే గ్రాడ్‌నగరమును ఆయన విడిచిపెట్టి ప్రాగ్ పట్టణములో ఖగోళశాస్త్రప్రత్యవేక్షణలలో నిమగ్నుడైయున్న టైకోబ్రాహి విజ్ఞాని వద్దకు ఖగోళ పరిశోధనలకై చేరుకొనెను. టైకోబ్రాహివద్ద ఖగోళచలనములతో పరిచయము బాగుగ సంపాదించిన తరువాత తన పేరటనున్న మూడు గ్రహచలననియమములను కెప్లర్ స్థాపించెను. అంతియేకాక, భూమిపై సముద్రపుపాటుపోట్లు చంద్రుడు భూమిపై నెరపు ఆకర్షణ వలన జరుగుననికూడ తెలిసికొనగలిగెను. గణితశాస్త్రమందు కాంతిశాస్త్రమందు కూడ పరిశోధనల కావించి తత్ఫలితముగా విశ్వస్వభావము గణితశాస్త్ర నిర్దేశ్యమను విశ్వాసమును ఈయన వెలిబుచ్చెను. కె. గె.

**కెమేరా** : చూ. చాక్షుషపరికరములు.

**కేలోరీ మీటరు** : చూ. ఉష్ణతామితి.

**కెల్విన్, విలియమ్‌టామ[redacted]న్ (1824 - 1907)** : గ్లాస్గో, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యనేర్చిన తరువాత గ్లాస్గోలో 1846 లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా పనిచేసెను. 1871 లో బ్రిటిష్ అసోసియేషన్ అధ్యక్షపదవిని, 1880 మొదలుకొని 1895 వరకు రాయల్ సంఘాధ్యక్షపదవిని నిర్వహించెను. నాటికాలమున విజ్ఞానవేత్తలలో నేతృత్వ స్థానమును స్వీకరించిన ప్రతిభాశాలి. దర్పణ విద్యున్మాపకము, కెల్విన్ ప్రమాణ తులాయంత్రము, గైరోస్టాట్, క్వాడ్రంట్ విద్యున్మాపకము మొదలగు పరికరములను నిర్మించెను. తాపమునకు, యాంత్రికశక్తికి గల సంబంధమును సూత్రీకరించిన జౌల్ నియమము యొక్క మహత్త్వ

మును గుర్తెరింగియు, కార్నోచే ఈ వరకే స్థాపితమైన వేడివల్ల లభ్యమగు యాంత్రికశక్త్యంశమును గురించిన నియమమును కార్నో కన్న ఎక్కువ ప్రయోజనకరముగా నిర్వచించియు, శక్తిశాస్త్రమునకు సుస్థిరమైన పునాదిని వేసెను. ఈ సందర్భమున ఈయన స్థాపించిన తాపక్రమ పరమమానము నేటి వరకును వాడుకలో ఉన్నది. ఈయన వలన అభివృద్ధిని గాంచని భౌతికశాస్త్రశాఖ లేదు. ఈతర్ ఉనికియందు దృఢమైన విశ్వాసము కలవాడు; విశ్వప్రవృత్తిని యాంత్రిక సంఘటనగా వివరించువారలలో ఈయన అగ్రగణ్యుడు. అందువలననే యాంత్రిక నమోనాద్వారా నిరూపించబడనంతవరకు ఏ సంఘటనయైనను ఆయనకు బోధపడదని తెలియపరచెను. కె. గె.


విలియమ్ టామ్సన్ కెల్విన్

**కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము:** చూ. పరమాణు విజ్ఞానము.

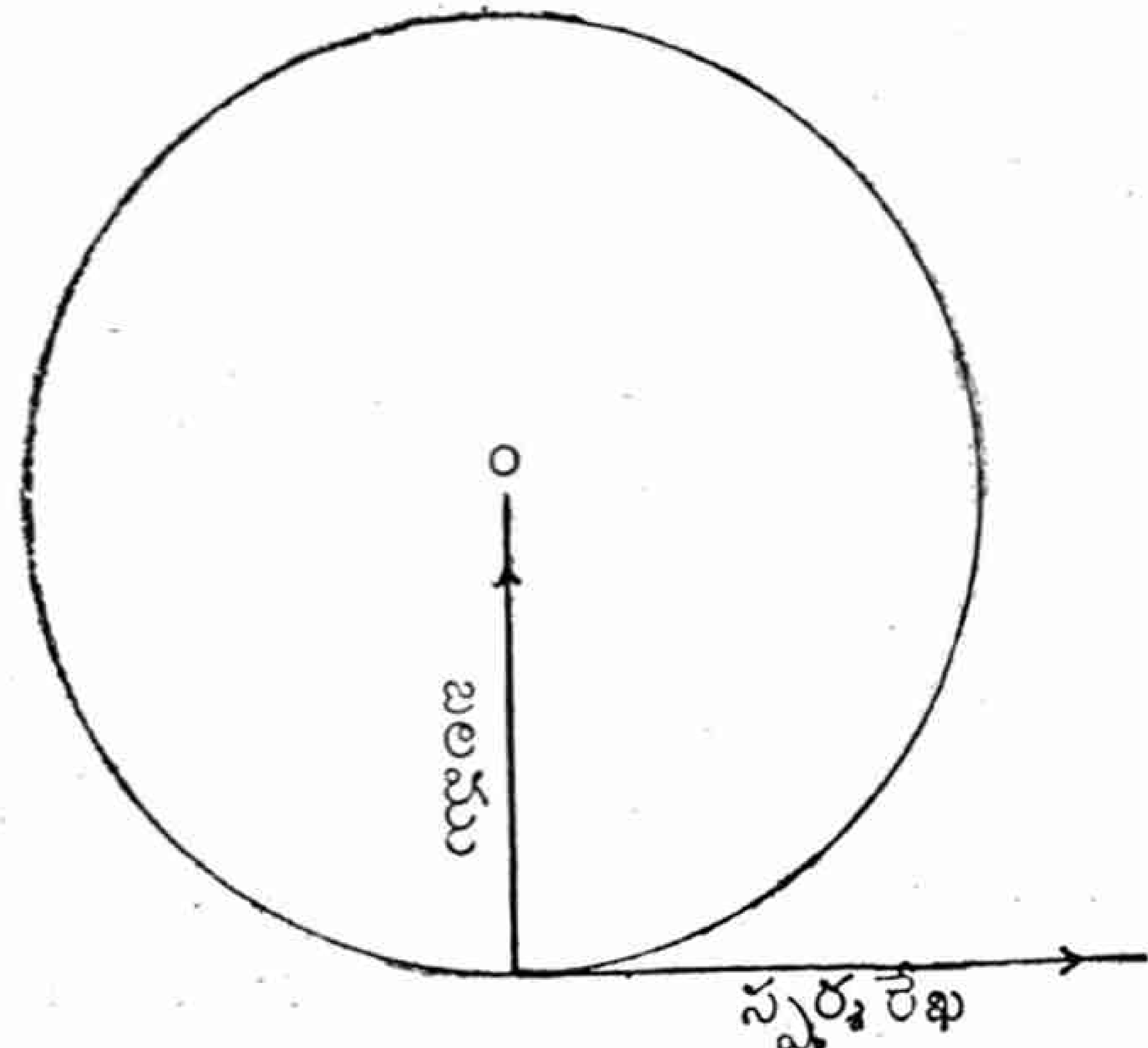
**కేంద్రకము :** పరమాణుగర్భము ఇందు ధనావిష్ట ప్రోటాన్‌లు, న్యూట్రాన్‌లు, ఇంకను మీసాన్ న్యూట్రాన్ వంటి ఇతర మౌలిక కణములు ఉండును. $10^{-12}$ సెంటీమీటరులు వ్యాసము కలిగిన పరమాణుకేంద్రకము ఉరవు బహుస్వల్పము. అయితే కేంద్రకమును గూర్చి ఇదమిత్థమని ఇంతవరకు తేలలేదు; కేంద్రక పరిశోధనలు జరుగుచునే ఉన్నవి.

చూ. పరమాణురచన; మౌలిక కణములు; ప్రోటాన్; న్యూట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్, ఆల్ఫాకణములు. * * *

**కేంద్రాపసారిబలము :** వర్తులమార్గమున తిరుగునట్లు నిర్బంధమునకు లోబడిన వస్తువు, ఆ వర్తుల కేంద్రమునకు విరుద్ధదిశలో తప్పించుకొని పోవుటకు చూచును. ఈ తప్పించుకొన చూచుటలో అది కేంద్రమువైపు తనను లాగుచున్న కేంద్రాభిముఖబలమును, సమానపరిమాణము గల బలముతో ప్రతిఘటించును. ఈ ప్రతిఘటన బలమునకు 'కేంద్రాపసారిబలము' అని పేరు. ఈ రెండు బలములును వస్తువు వర్తులకక్ష్యలో తిరుగుచున్నంతసేపు సమతులిత స్థితిలో నుండును. ఇవి రెండును వస్తువు ద్రవ్యరాశి (m) ని దాని కేంద్రాభిముఖత్వరణము $4\pi^2r/T^2$ చే గుణించగా వచ్చిన ఫలమునకు సమానము.

కేంద్రాభిసారిముఖబలము = కేంద్రాపసారిబలము $= m \times 4\pi^2r/T^2$ (చూ. కేంద్రాభిసారిబలము). మే.వ.న.

**కేంద్రాభిసారిబలము :** ఒక దారపు కొనకు కట్టిన రాయి గిరగిర ఏకవిధముగా తిరుగుచున్న దనుకొందము (చూ. చిత్రము 1). దారములేనిస్థితిలో దాని జడత్వ కారణముగా అది స్వీకరించు ఋజుమార్గమునుండి, రాతిని



చిత్రము 1

ఎప్పటికప్పుడు కేంద్రమువైపు మళ్లించు స్థిరపరిమాణము గల బల మొకటి రాతిపై పనిచేయుచున్నది, అనుకొనినచో రాతి వర్తులచలనమును బోధపరచుకొన వచ్చును.

వర్తులకక్ష్యలో రాయి చలించు రేటు $v$ $\left(v = \frac{\text{దూరము}}{\text{చలనము}}\right)$ స్థిరముగానున్నను, దాని గమనదిశ క్షణక్షణమును మారుచుండుటచే, రాతికి త్వరణము కలదు. ఈ త్వరణము a అనియును, దారపు పొడవు r సెం.మీ. అనియు అనుకొనినచో దాని త్వరణము $a = \frac{v^2}{r}$ .... (1) అని సులభముగా లెక్కించ వచ్చును. రాతిది వర్తులచలనము గనుక, వర్తులపరిధి $2\pi r$ గనుక, దాని వేగము $v = \frac{2\pi r}{T}$ ....(2). ఇచ్చట T రాయి ఒక వర్తులమును చుట్టివచ్చుటకు అగు కాలము. ఈ వేగమూల్యమును మొదటి సమీకరణములో జొన్పినచో $a = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 / r = 4\pi^2r/T^2$. రాయివర్తుల కక్ష్యను ఒక సెకనులో చుట్టివచ్చు పర్యాయసంఖ్య (n) ను అనగా, పౌనఃపున్యమును పై సమీకరణములో ప్రవేశ పెట్టిన, $n = 1/T$ గనుక $a = 4\pi^2n^2r$.

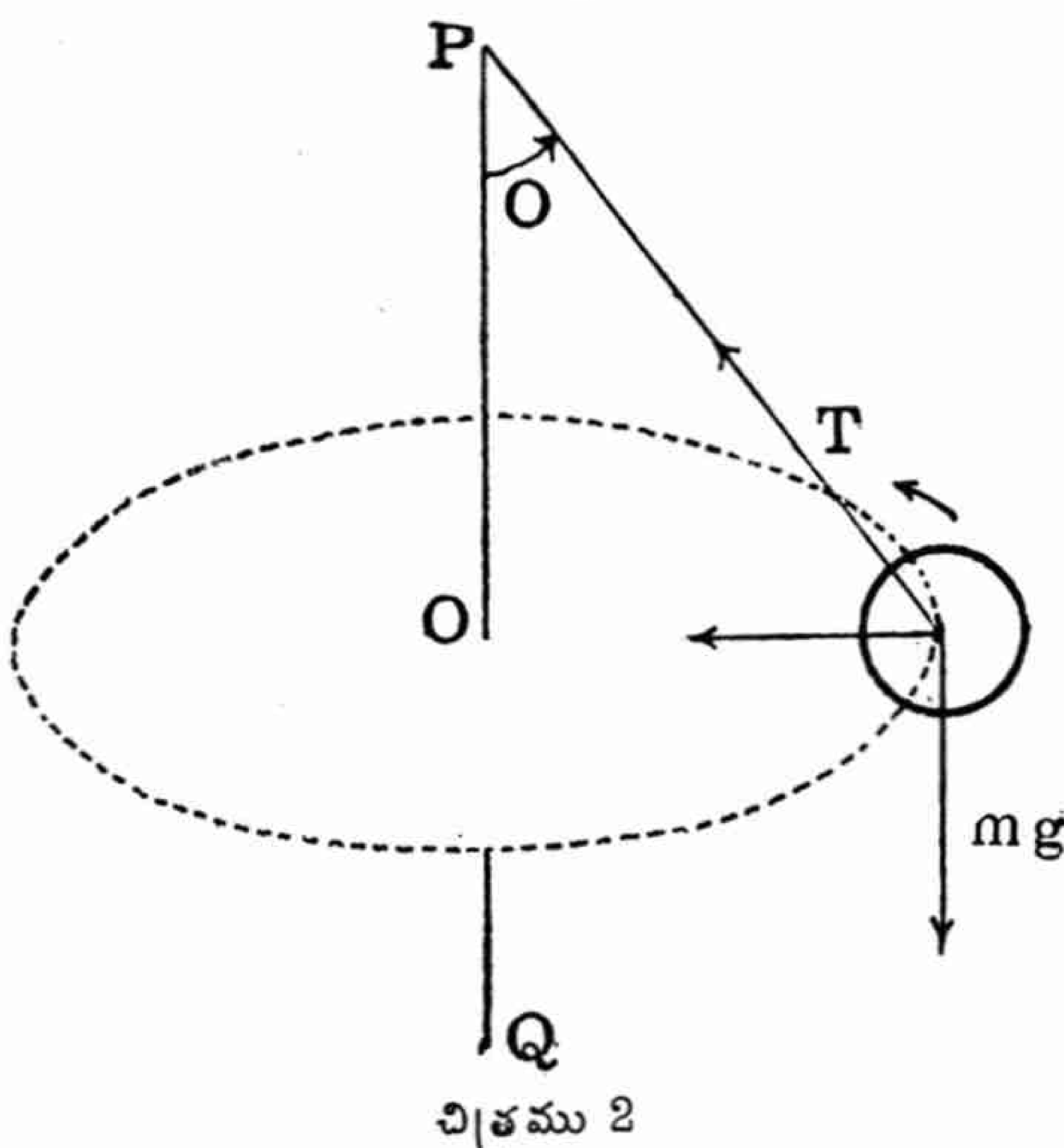
రాతిద్రవ్యరాశి m అయిన, దానిమీద దారముగుండ పనిచేయు కేంద్రాభిముఖబలము.

$f = m4\pi^2r/T^2 = m4\pi^2n^2r$ దారపు బిగి ఈ బలమును

రాతిపై నెరపును. ఈ బలకారణమున ఋజుమార్గమునుండి రాయి ప్రతిక్షణమందును మళ్లించబడి వర్తులగమనమును తీసికొనవలసి వచ్చినది. ఇట్టి స్థితిలో రాతిమీద పనిచేయు చున్న బలములెవ్వి యను ప్రశ్నకు, కేంద్రమువైపు రాతిని లాగుచున్న ఒకే ఒకబలము ఆ రాతిపై పనిచేయుచున్నదని సమాధానము చెప్పవలెను. వర్తులపు అర్ధవ్యాసముగుండ రాతిపై కేంద్రమువైపు నెరపబడు బలమునకు కేంద్రాభి సారిబలము అని పేరు. దాని విలువ ఈ వరకే $f = m4\pi^2r/T^2$ అని నిరూపితమైనది.

ఇక్కడ ఒకవిషయము ముఖ్యముగా గుర్తించవలెను. పై చిత్రములో ఏక్షణమందైనను రాతియొక్క గతిభారము $mv$ అగును. ఆ గతిభారము ఎప్పుడును రాయిఉన్న బిందువువద్ద వర్తులమునకు గీసిన స్పర్శరేఖదిశను చూపు చుండును. రాయి వర్తులకక్ష్యలో ఏకవిధముగా చలించు చున్నది కనుక, గతిభారపు పరిమాణములో మార్పులేదు కాని, దాని దిశ ప్రతిక్షణము మారుచున్నది. గతిభారము సదిశరాశి (వెక్టర్) అని భావించినచో ఇచ్చట గతి భారము అనవరతముగా కాలముతో మారుచున్నది. అందువలన, న్యూటన్ రెండవబలనియమమును అనుస రించి, ఈ రాతియొక్క వర్తులచలనములో ఒకబలము పనిచేయుచుండవలెను. ఇదియే కేంద్రాభిసారిబలము. కేంద్రాభిసారిబలమునకు దృష్టాంతములు :

(a) శంక్వాకారముగా తిరుగుచున్న లోలకము. ఇచ్చట దారపుకొనను కట్టిన బరువు m శంక్వాకార




చిత్రము 2

ముగా ఒకఊర్ధ్వాక్షము pq చుట్టు తిరుగుచున్నది. భారము m కేంద్రము O వైపు త్వరింపచేయబడుచున్నది. చలన నియమానుసారముగ m పై పనిచేయుచున్న కేంద్రాభి సారిబల మొకటి ఉండవలయును.

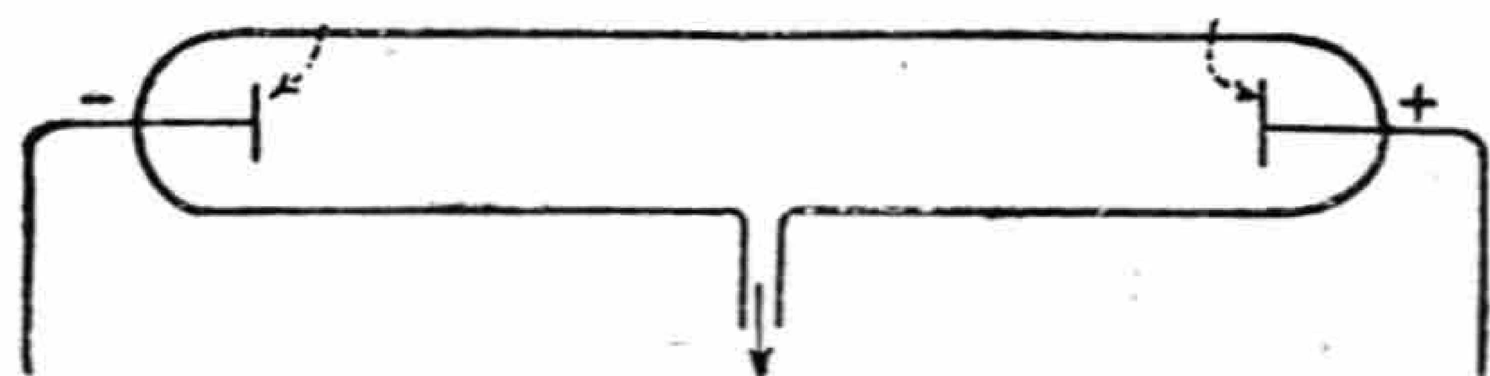
(b) భూమిచుట్టు చంద్రునిగతి, కేంద్రాభిముఖబలము నకు ఇంకొకదృష్టాంతము. భూమికేంద్రము వైపు చంద్రుడు త్వరింపచేయబడుచున్నాడు. చంద్రునిపై భూమి నెరపు గురుత్వాకర్షణబలమే ఈ కేంద్రాభిసారిబలము.

ఇవిగాక ఇంజనుగవర్నర్‌లు, పాలనుండి పచ్చివెన్నను వేరుచేయు క్రీమ్‌సెపరేటర్‌లు, ఈ కేంద్రాభిసారిబలమునకు ఉదాహరణములు. మే. వ. స.

**కేకులే, ఫ్రీడ్రిష్ ఔగుస్ట్ (1829 - 96):** జర్మను రాసాయనికుడు; డార్మ్‌స్టాట్‌లో జననము. లీబిక్‌చే ప్రేమితుడై రాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించెను. గీస్సెల్ యూనివర్సిటీలయందు చదువుముగించినతరువాత తొలిని ఘెంట్‌లో తరువాత బాన్‌లో ఆచార్యుడుగా పని చేసెను. రాసాయనికశాస్త్రమునకు ఈతడు గావించిన ముఖ్య నిర్వాహము కార్బన్‌యౌగికముల రాసాయనిక రచనను గురించినది. కార్బన్ పరమాణువులలో పరస్పర సంఘటితములై ఆయతవివృత శృంఖలము లేర్పడుటను అవియే కొన్ని సందర్భముల (ఆరొమాటిక్‌యౌగికము లందు) సవృతవలయములుగా ఏర్పడుటను ప్రయోగమును ఆశ్రయించి నిరూపించి, కార్బన్‌యౌగిక రచనాను శీలనకు పునాదులు వేసెను. అందువలననే కేకులే జీవిత స్మారకోపన్యాసమందు ఎఫ్. ఆర్. జాప్ "ఆధునిక కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్ర శరీరమందు నాల్గింట మూడు వంతులు సాక్షాత్తుగాగాని పరంపరగాగాని కేకులే ఉపజ్ఞగా బెన్జీన్ రచనాసిద్ధాంతమునుండి జనించినదే" అని చెప్పినది అతిశయోక్తి కాదు. మే. వ. స.

**కేథోడ్ కిరణములు :** వాయువులు సాధారణముగ ఒక వాతావరణప్రేషములో విద్యుద్వాహకములు కావు. వాటిద్వారా విద్యుత్తును పంపించుటకు అత్యధికబలము గల విద్యుత్‌క్షేత్ర మావశ్యకము. అత్యల్పప్రేషములో ఉన్న వాయువులగుండ విద్యుత్తును పంపించుట సులభ మని 18 వ శతాబ్దమున తెలిసినది. ఈ శతాబ్దమధ్య కాలమున గెయిస్లర్ అనువిజ్ఞాని మూయబడిన కొనల ద్వారా చిన్న ప్లాటినమ్ తీగముక్కలను అతికించిన గాజు గొట్టములను వాయుశూన్యము కావించి వాటిద్వారా విద్యుత్తును గొట్టములోనికి పంపినపుడు అతిమనోహరమైన కాంతిప్రసారము గొట్టమున కనిపించినది. గొట్టములోని వాయువు సాధారణవాయువైనచో గొట్టములో ఊదా రంగుగల కాంతి ఉద్భవించును. ఈ గొట్టములకు 'గెయ్ స్లర్ గొట్టము' లనియు, అందు కాంతిఆవిష్కారముతో ప్రసరించు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు కాంతియుతవిద్యు దుత్సర్గ మనియు పేరు.

ఒక గెయ్‌స్లర్ నాళమును తీసికొని, మనము దాని గుండ ప్రరోచనవేష్టనము (ఇండక్షన్ కాయిల్) ద్వితీయ వేష్టన అగ్రములనుండి ఉద్భవించు విద్యుదుత్సర్గమును పంపజూచినపుడు మొట్టమొదట విద్యుత్తు గొట్టములో అగ్రములమధ్య ప్రసరించునట్లు అగుపడదు. విద్యుదగ్రములమధ్య స్థాపింపబడిన విద్యుత్ప్రేషము అత్యధికముగ నుండినగాని గొట్టములో విద్యుత్ప్రవాహచిహ్నా లగుపడవు.



ఉత్సర్గ నాళము

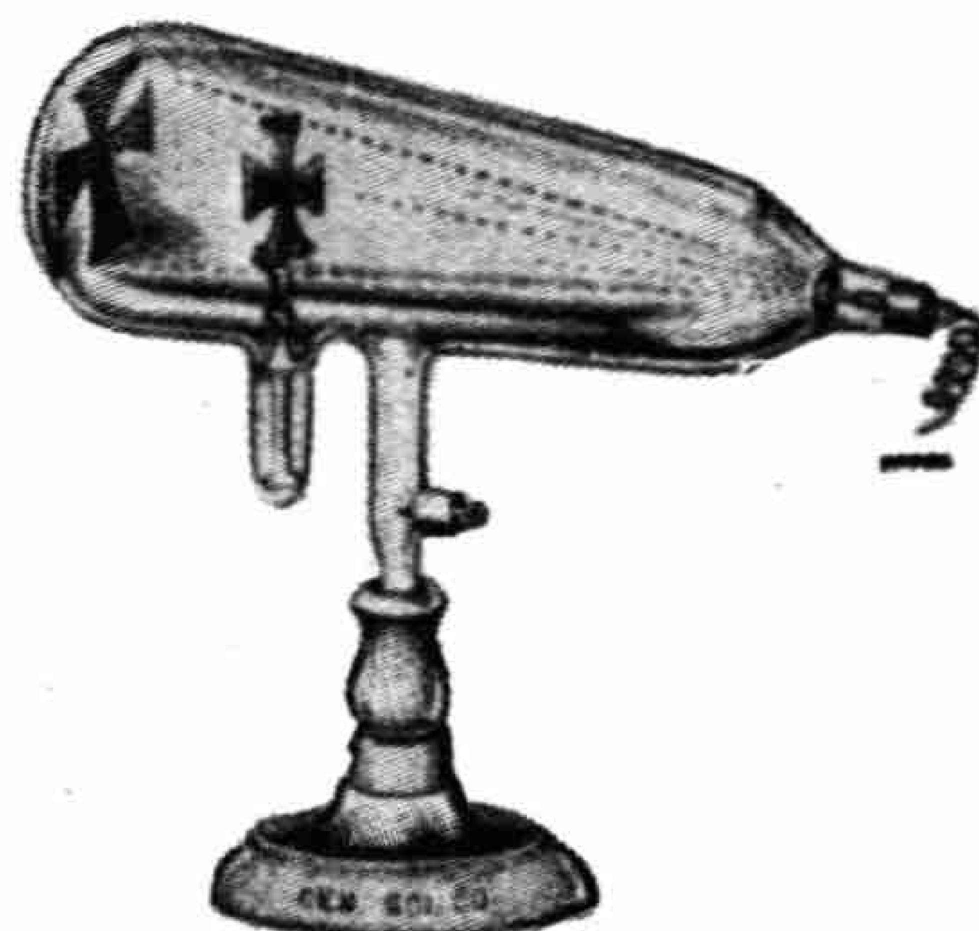
కాని, ప్రక్కను అమర్చబడిన చిన్నగొట్టముద్వారా నాళమందుండు గాలిని రేచకయంత్రసహాయమున పైకి వెడలించుటచే, విద్యుదుత్సర్గము సులభముగా గొట్టములో అలుముకొనగలదు. కొంత అవధివరకు గొట్టములోని గాలి పైకిపోవుకొలది, అనగా, శూన్యము హెచ్చగుకొలది, గొట్టములో ఉత్సర్గము సుళువుగ ప్రసరించగలదు. అందు మిగిలినగాలి వింత కాంతులను ఈనుటచే ఈ గొట్టములు మొట్టమొదట వినోదములుగ పరిగణింపబడుచుండెడివి.

ఈ గొట్టమందగుపించు విద్యుదుత్సర్గము ధనవిద్యుదగ్రమునుండి బయలుదేరి, ఋణవిద్యుదగ్రము వైపు పయనించును. ఈ పయనించిన విద్యుదుత్సర్గప్రవాహము ఋణాగ్రమువరకు తిన్నగా పోక, కొంచెము దానికిముందుగా విరమించును. ఇది మనకెట్లు తెలియునన, ఈ విద్యుదుత్సర్గము ధనాగ్రమునుండి బయలుదేరు రంగుగల జ్యోతిః ప్రవాహమువలె ప్రకాశించును. ధనాగ్రమునుండి బయలుదేరిన జ్యోతిఃకిరణసమూహమునకును, ధనాగ్రమునకును మధ్య ఒక చీకటిచే ఆవరించబడిన ప్రదేశముండును. ఇంకను, గొట్టమందలి శూన్యమును ఎక్కువచేసినకొలది, జరుగు సంఘటనలు 294 వ పుటలో చూపబడినవి.

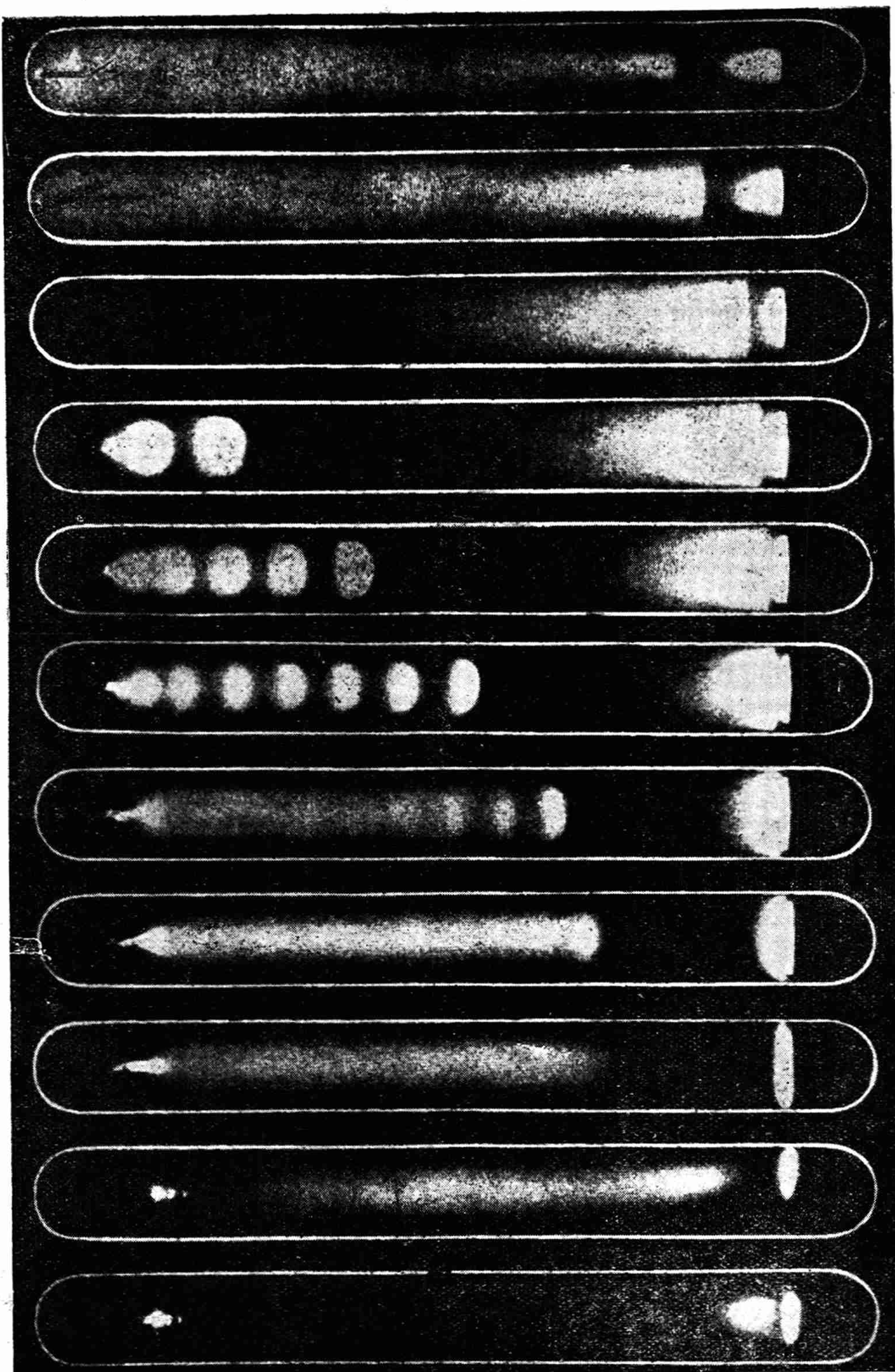
294 వ పుటలోని గొట్టపుచిత్రములందలి జ్యోతిః ప్రసారము శూన్యము ఎక్కువగుకొలది, ఎట్లు మారుచుండునో చూపును. మొట్టమొదటిచిత్రములో 6·3 మిల్లీమీటర్ల ప్రేషములో 1700 వోల్టుల శక్మవ్యత్యాసముక్రింద ఋణాగ్రపు పైతలమున ఒకచిన్న వెలుగు, దానివెనుక ఒకచీకటి, దానితరువాత మరల కొంచెము వెడల్పయిన కాంతి ఉండును. ఈ రెండుకాంతుల మధ్య నున్న చీకటికి 'క్రూక్స్' చీకటిప్రదేశ మనిపేరు. తరువాత గొట్టమందు అంతయు చీకటిప్రదేశమే. రెండవగొట్టములో (4.2 మిల్లీమీటర్లప్రేషము, 1400 వోల్టుల శక్మవ్యత్యాసము) ధనాగ్రమునుండి ఒక వెలుగు ఋణాగ్రము వైపు బయలుదేరి, దానికి కొంచెము ముందుగ నిలిచిపోయినట్లు అగుపించును. ఈ నిలిచిపోయిన చోటునుండి, ఋణాగ్రము మీదనున్న కాంతిపొర పొలిమేరవరకు ఉన్న చీకటి ప్రదేశమునకు ఫారడేచీకటిచోటు అని పేరు. క్రమముగ శూన్యమెక్కువగుకొలది వరుసలోనున్న తక్కిన చిత్రములలో చూపినట్లు ధనాగ్రపుకాంతి ముందు ప్రక్కలై పింజలుకట్టి క్రమముగ ధనాగ్రములోనికి క్రుక్కి వేయబడినట్లు కనిపించును. ఇప్పుడు ఋణాగ్రపుచీకటిచోటు గొట్టమునంతయు ఆవరించియుండును. ఇట్టిదశలో ఋణాగ్రమునుండి ఏదో ఒక కిరణప్రసారము ధనాగ్రము వైపు బయలుదేరుచున్నట్లు కొన్ని చిహ్నము లగుపడును. ఈ కిరణప్రసారము మనకంటికి అగుపడదు గాని, ఋణాగ్రమునకు ఎదురుగనున్న గొట్టపు తలము ప్రకాశించుటకు మొదలిడును. అందుచేతనే ఏదో ఒక కిరణప్రసారము ధనాగ్రమువైపు ఉన్న గొట్టపు కొనను తాకుచున్నట్లు మనకు తెలియుచున్నది. ఈ కంటికగుపడని కిరణములు ఋణాగ్రమునుండి ఉద్భవించుటచే వీటికి 'కేథోడ్ కిరణములు' (ఋణాగ్రకిరణములు) అని పేరు.

ఈ ఋణాగ్రకిరణములకు గల వివిధ లక్షణములను క్రూక్స్, లెనార్డ్ మొదలగు విజ్ఞానులు ప్రయోగముల ద్వారా పరిశీలించిరి. వాటిలక్షణములు కొన్ని దిగువ ఈయబడినవి :

కేథోడ్ కిరణములు సరళరేఖలలో ప్రయాణము చేయును. బొమ్మలో కుడివైపు ఋణాగ్రమునుండి కిరణములు బయలుదేరి, వాటిదారిలో అమర్చబడిన ఒక పలుచటి అల్యూమినియము రేకుతో తయారైన 'మాల్టీస్ క్రాస్' ప్రక్కలనుండి ప్రయాణము చేసి, దాని నీడలు ఎదుటిగాజు గోడమీద పడునట్లు చేయును. మాల్టీస్ క్రాస్ గుండ కిరణములు వెళ్లలేకపోవుటచేత గోడమీద ఆభాగమంతయు ఆ క్రాస్ యొక్క ఆకారములో అంచులు తీరిననీడ కానవచ్చును. దీనిని బట్టి కేథోడ్‌కిరణములు వాటి ఉత్పత్తి



కిరణముల ఋజుగమనము

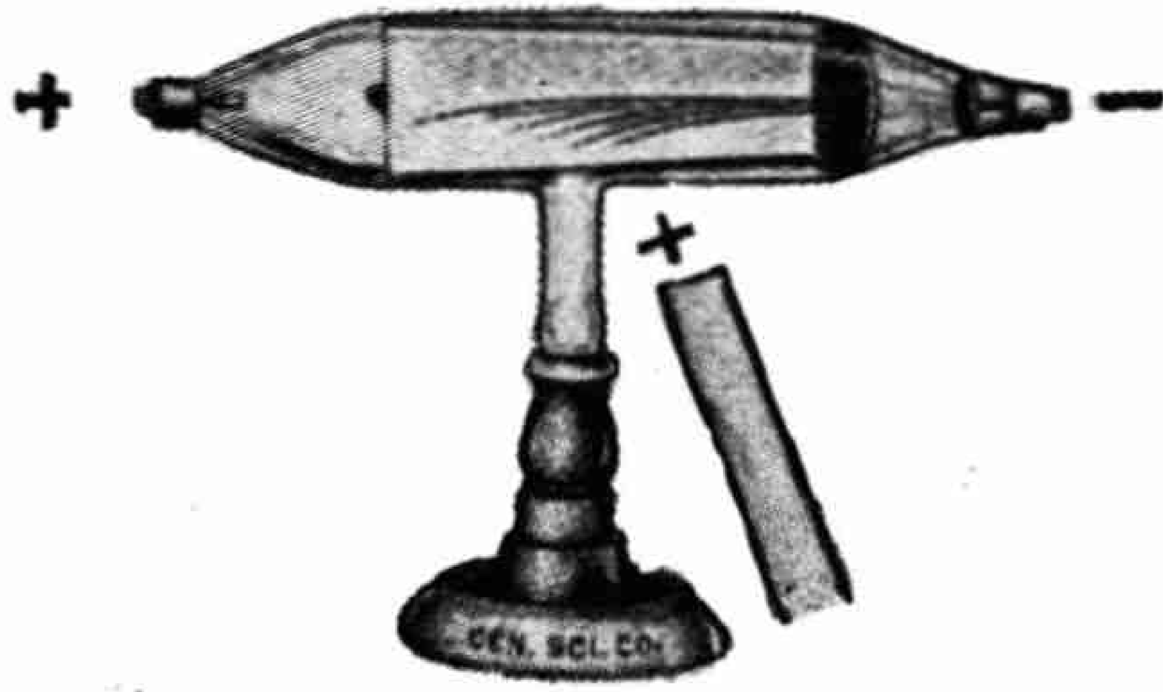


ఉత్సర్గనాళ సంఘటనలు

స్థానమునుంచి సరళ రేఖలలో ప్రయాణముచేయునని స్పష్టమైనది.

కేథోడ్ కిరణములు పోవుమార్గమునకు సమీపముగా గొట్టముపై నొక అయస్కాంత ధ్రువమును ఉంచినచో అవి ప్రక్కకు మరలును.

కేథోడ్ కిరణములకు యాంత్రికశక్తికూడ కలదు. అవి ప్రసరించు మార్గములో ఆకులు అమర్చబడి ఇరుసుమీద తిరుగగల అభ్రకముతోగాని, అల్యూమినియముతోగాని చేసిన ఒక చిన్న తేలికయైన చక్రమును, రెండుగాజు పట్టాల మీద తిరుగునట్లు ఏర్పాటుచేసి దానిని ఋణాగ్రమునకు



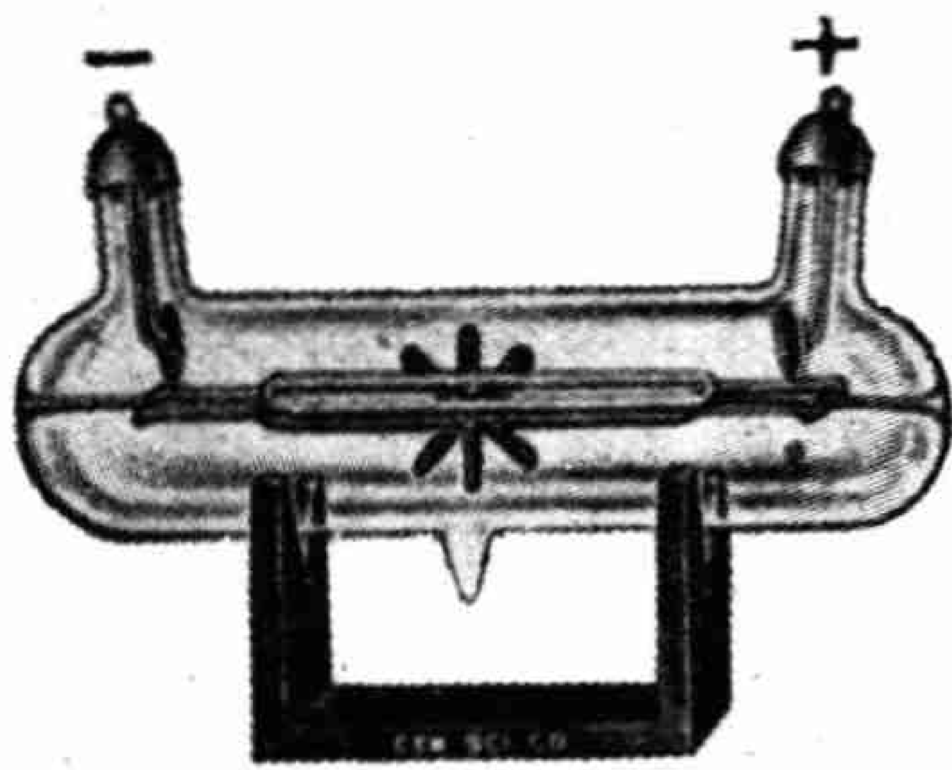
అయస్కాంతము దగ్గరించినపుడు కిరణములు వంపుతిరుగుట.

సమీపము నందుంచిన అది ఆ కిరణములతాకుడు వలన పట్టాలమీద వేగముగ తిరుగుచు ధనాగ్రమువైపు దొర్లును.

వస్తువులమీద పడినపుడువాటి తాపక్రమమును హెచ్చించు శక్తి కేథోడ్ కిరణములకు కలదు.

ఈ కిరణములకు వస్తువులలోనుంచి దూసికొనిపోవు శక్తియు కలదు. పలుచని అల్యూమినియము రేకుల గుండా అవి బయటకురాగలవు. ఈ సంఘటనను ఉపయోగించి ఋణకిరణనాళమునుండి, ఆ కిరణములను గొట్టము పైకి లెనార్డ్ తీసికొని రాగలిగెను.

కేథోడ్ కిరణములను గొట్టములో నుంచబడిన ఒక పాత్రపై పడునట్లుచేసి, ఆ పాత్రనుండి గాజుగొట్టములో నుండి పైకి వచ్చిన శలాకయొక్క విద్యుదావేశ చిహ్నమును గుర్తించి పెరా విజ్ఞాని కేథోడ్ కిరణములు ఋణ విద్యుదావిష్టములనునిష్కర్షకు రాగలిగెను.



కిరణముల యాంత్రికశక్తి

పై ప్రయోగఫలితముల సారాంశ మేమనిన, కేథోడ్ కిరణములు కణపరంపరలు. ఈ కణములు ఋణవిద్యుదావిష్టములు. ఇవి మామూలు ద్రవ్యకణములవలె యాంత్రిక శక్తి కలవి. ఇవి తాకిన వస్తువుల తాపక్రమము వాటి ప్రజ్వలనదశవరకు హెచ్చును. ఇవి సరళరేఖా మార్గమున ప్రదేశములో ప్రసరించును. ఈ కణములకు 'ఎలక్ట్రాన్' అనిపేరు. (చూ. ఎలక్ట్రాన్ పు.)

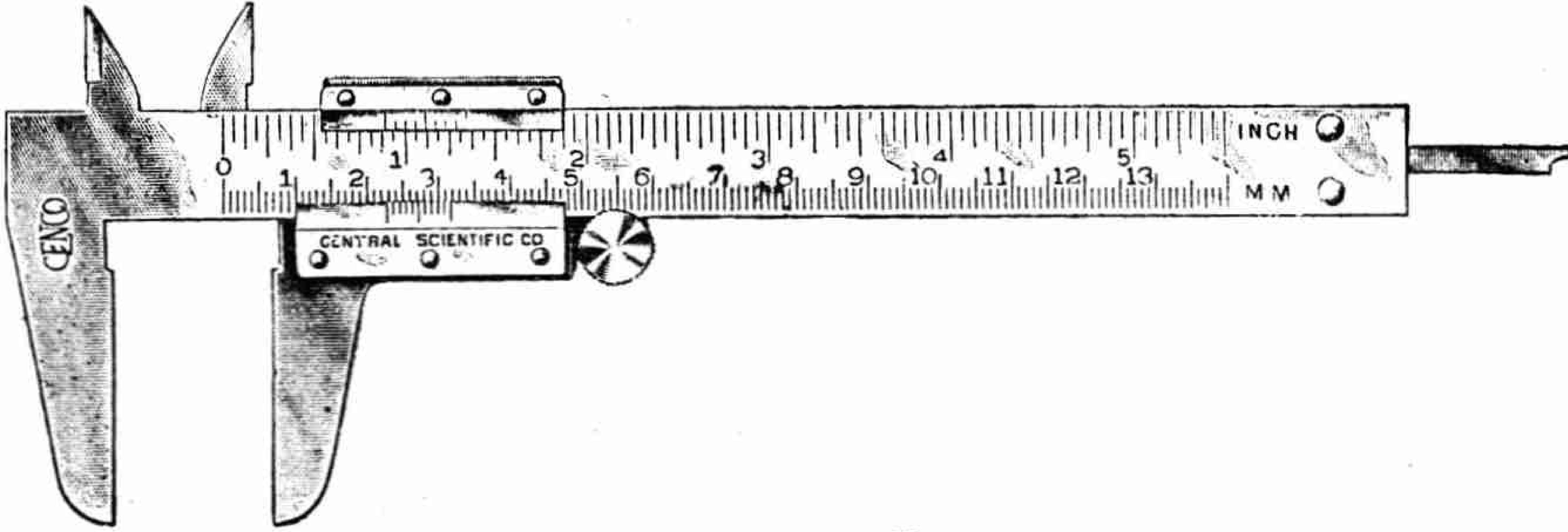
కేథోడ్ కిరణములను ఐకనోస్కోప్, కేథోడ్ రే ఆసిలోగ్రాఫ్ మొదలైన పరికరములలో పరిశోధనాలయములందును, టెలివిజన్ యందును, రేడార్ నిర్మాణమందును ఉపకరించుచున్నవి. ఎమ్. గౌ. శా.

**కేలిపర్స్ :** చిన్నవస్తువుల పొడవులు, గొట్టముల లోపలి, బయటి వ్యాసములను సులువుగా కొలుచుట కుపయోగించు సాధనము కేలిపర్స్ (వ్యాసమాపకము). కత్తెరవలె బంధింపబడియున్న కేలిపర్స్‌యొక్క దౌడలను విడదీసి వాటిమధ్య ఒక గొట్టమును బొటాబొటిగ దూరునట్లు దానిని దగ్గర చేర్చవలెను. అడుగుబద్దతో దౌడలమధ్య దూరమును కొలిచిన గొట్టపు వ్యాసమువచ్చును. వ్యాసమాపకపు రెండవవైపున చిన్న దౌడలను చేర్చి గొట్టములోదూర్చి దాని లోపలిగోడలను తాకునట్లు వానిని విప్పినచో, వాని కొనలకుమధ్య దూరము గొట్టపు లోపలి వ్యాసపుకొలతను ఇచ్చును. ఇది సామాన్యమైన కాలిపర్స్. వెర్నియర్ కాలిపర్స్ సామాన్య కాలిపర్స్‌కంటె సునిశితమైన పరికరము. దీనియందు ఒక ఉక్కు బద్దచివర ఒక దౌడ బిగింపబడి ఉండును. బద్దపైని కావలసినచోట మరతో బిగించుటకు వీలగునట్టి కదలెడి దౌడయును కలదు. ఉక్కు బద్దపై ప్రధానమైన స్కేలు కలదు. కదలెడు దౌడమీద గీయబడిన వెర్నియర్ స్కేలు ఉక్కు బద్దపై గల ప్రధానమైన స్కేలుమీద కదలుచుండును.

ప్రధానపు స్కేలుయందు అంగుళములు, దశాంశములు గీయబడియున్న వనుకొనుము. ప్రధానపుస్కేలు 9దశాంశముల భాగము వెర్నియర్‌లోని 10 భాగములకు సమానము చేయబడి యుండును. కావున, ఒక వెర్నియర్ భాగము 9/10 (దశాంశ) అంగుళమున్ను, అంగుళ దశాంశమునకు, వెర్నియర్ విభాగమునకు భేదము 1/100(శతాంశ)అంగుళమున్ను అగును. రెండు దౌడల తలములు తాకుచున్నపుడు, రెండింటి సున్నగుర్తులు ఏకీభవించి ఉండవలెను. కొలువవలసిన వస్తువును రెండు దౌడలమధ్యనుంచి వస్తువును సరిగా పట్టుకొనునట్లు కదలెడు దౌడను జరుపుదురు. అపుడు స్కేలుమీద ఏ విభాగమును దాటి వెర్నియర్ సున్న గుర్తు ఉన్నది చూచినచో వస్తువు పొడవు పూర్తి అంగుళములలోను, అంగుళ దశాంశములలోను మాత్రము తెలియును. వెర్నియర్ 'O' గుర్తు అంగుళ విభాగమును

కొద్దిగా దాటి యుండినచో ఆ మిగిలిన భాగపుకొలతను వెర్నియర్ తెలుపును.

వెర్నియర్‌లోని మూడవవిభాగము ప్రధానస్కేలు విభాగముతోనే ఏకీభవించినచో, వెర్నియర్ సున్నగుర్తునకు, అది దాటియున్న ప్రధాన స్కేలు భాగమునకు గల దూరము శతాంశ అంగుళములని తెలియగలదు.



వెర్నియర్ కేలిపర్స్

వస్తువు కొలుచునప్పుడు మొదట పూర్తి అంగుళములు, వాని దశాంశములు తెలిసికొనిన తరువాత ఈ ప్రకారము వెర్నియర్‌లో నెన్నోభాగము ప్రధానస్కేలు భాగముతో ఏకీభవించినదో అన్ని శతాంశపు అంగుళములు కలుపుకొనిన వస్తువు సరియైన కొలత తెలియును.

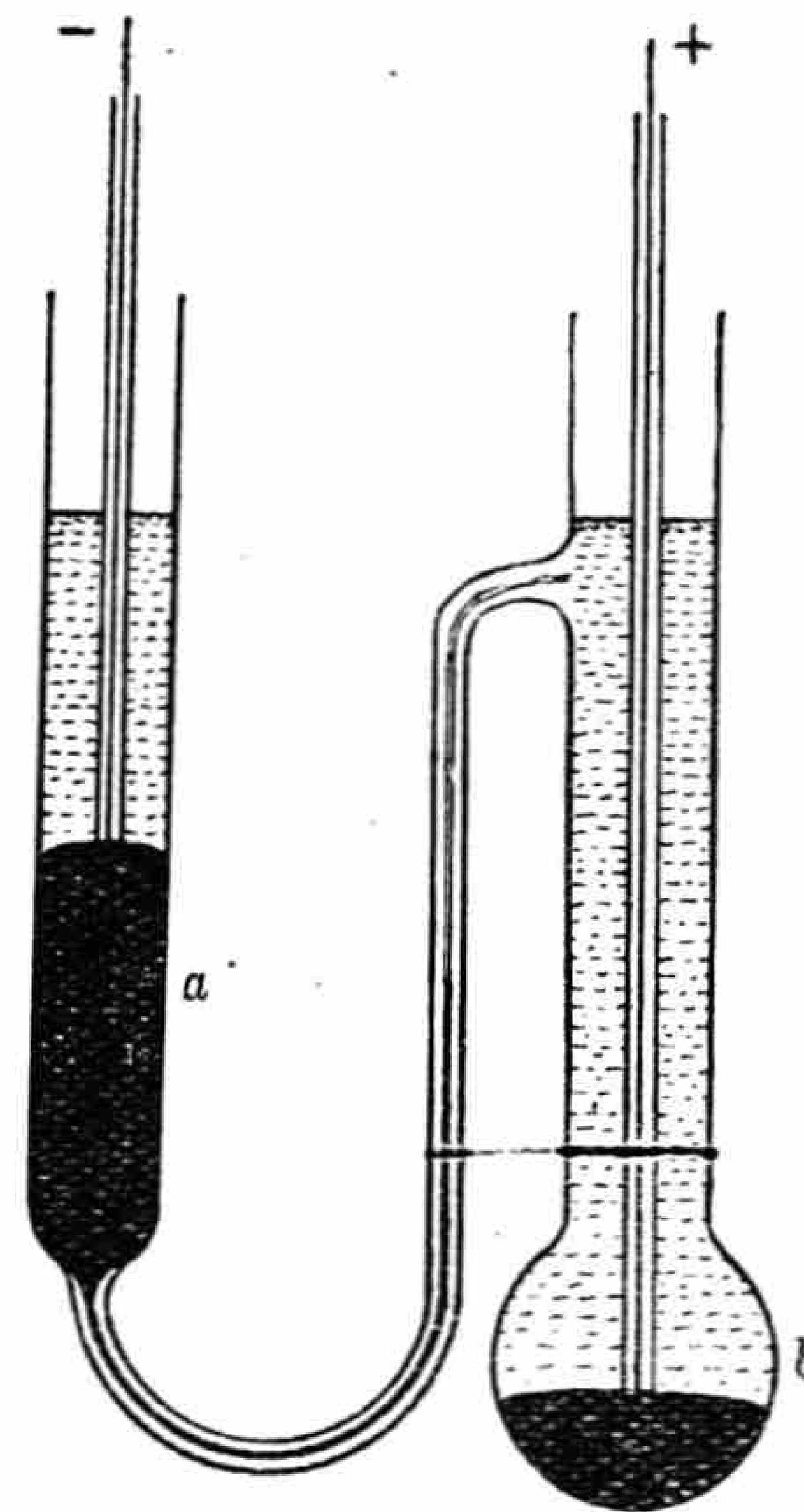
వెర్నియర్ వ్యాసమాపకవు రెండంచులపైని రెండు స్కేలులు ఉండును. ఒకటి అంగుళములలోను, రెండవది సెంటీమీటర్లలోను గుర్తింపబడును. వాటికి సంబంధించిన వెర్నియర్ స్కేలులు కూడ తగినట్లు కదలెడు దౌడమీద గుర్తింపబడియుండును. ని. ప. స్వా.

**కేలోరీ మీటరు :** చూ. ఉష్ణతామితి ; పు. 217.

**కైశిక విద్యున్మాపకము :** ఒకప్రక్క వెడల్పాటి గొట్టము, రెండవ ప్రక్కను సన్నమగు గొట్టము కలిగిన U నాళములో కొంత పాదరసమును పోసిన, సన్నపాటి గొట్టములోని పాదరసపుమట్టము, వెడల్పాటి గొట్టములోని దానికన్న దిగువకు ఉండును. నాళము సన్నమగు కొలది మట్టము దిగుచుండును. ఈ సన్నటి గొట్టములో పాదరసపు మట్టము దిగువగా నుండుటకు కారణము కైశికబలములు (చూ. తలతన్యత). నిజముగా ఈ మట్టముల ఔన్నత్య తారతమ్యము పాదరసము యొక్క తలతన్యతకు మానము.

ఈ U నాళమునకు చిత్రములో చూపిన ఆకారము నిచ్చి, దానిని విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో నింపిన U నాళములోని పాదరసమును బ్యాటరీ ఋణాగ్రమునకు, b అను గోళములో నున్న పాదరసమును ధనాగ్రమునకు కలిపినచో, విద్యుత్తు పరికరముగుండ ప్రవహించును. విద్యుత్ ప్రవహించుచున్న సమయమున చిత్రమధ్యమున అగపడుచున్న కైశికనాళములో పాదరసపుమట్టము కొంత వరకు దిగిపోవును. ఈ తగ్గింపు, నూరు వోల్టులకు తక్కువగానున్న శక్మవ్యత్యాసములో, శక్మవ్యత్యాసముతో అనులోమముగా మారును.

పాదరసపు మట్టము యొక్క తగ్గుదలకు కారణము : ఈ ప్రవాహ ప్రభావమున పాదరసమువిద్యుత్ ప్రభావము వలన ధ్రువితమగును. (చూ. ధ్రువీకరణము) ఈ ధ్రువీకరణము కారణముగా పాదరసము యొక్క తలతన్యత మారును. కైశికనాళపు అంతరము సన్నమగు కొలది పాదరసపుధ్రువనము ఎక్కువ అగుచుండును. అందువలన మట్టములో మార్పుకూడ ఎక్కువ అగుచుండును. అనగా, కైశికనాళపు కన్నము సన్నమగు కొలది పరికరము యొక్కసూక్ష్మగ్రాహిత ఎక్కువ అగుచుండును. అందువలన ఈపరికరము అతిసూక్ష్మ శక్మవ్యత్యాసములను గుర్తించుటలో మిక్కిలి ఉపయోగపడుచున్నది. దృష్టాంతమునకు ఒక విద్యుత్ పేటిక విద్యుచ్చాలకబలమును పాగెన్‌డార్ఫ్ విధానమున నిర్ణయించుటలో ఈ కైశికవిద్యున్మావకమును గాల్వనీ మాపకముకన్న సున్నితమైన పరికరముగా ఉపయోగించవచ్చును.



లిప్‌మన్ కైశికవిద్యున్మాపకము

మే. వ. న.

**కైశికాకర్షణ :** చూ. తలతన్యత.

**కొరోనా ఉత్సర్గము :** ఒక సన్ననితీగ విద్యుద్వాహకముచుట్టును అతి తీక్ష్ణమైన విద్యుత్ క్షేత్రము తయారైనప్పుడు, ఆ తీగచుట్టునున్న గాలి అణువులలో తీవ్రమైన

అయనీకరణము సంభవించును. ఈ అయనీకరణమునకు కారణము : విశ్వకిరణప్రభావమున లేదా భూమిపైనున్న రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల ప్రభావమున గాలిలో ఎల్లప్పుడును కొన్ని అయన్‌లు సిద్ధముగా ఉండును; ఈ అయన్‌లు ఆ ప్రబలమైన విద్యుత్ క్షేత్రములో అధికమైన శక్తిని సంపాదించుకొని అయనీకరణమును విస్తరింప చేయును. వలసినన్ని గాలిఅణువులు అయనీకరించబడిన పరిస్థితిలో, ఆ విద్యుత్‌ప్రవహించుచున్న తీగచుట్టు అస్ఫుటమైన ప్రకాశము ఒకటి గోచరించును. దీనికే 'కొరోనా ఉత్సర్గము' అని పేరు. ఇట్టి ప్రకాశమయమైన ఉత్సర్గము సూదిగానున్న విద్యుద్వాహకముల కొసలను కూడ ప్రత్యక్షమగును. దీనినే తూలికోత్సర్గము అనుటయు కూడ కద్దు. మే. వ. న.

**కొలంబియమ్ :** చూ. నియోబియమ్.

**కొల్లాయిడ్‌లు :** మన మిదివరకు ద్రావణములు అననేమో తెలిసికొంటిమి. ఫాన్ట్‌హాఫ్ సూచన ప్రకారము ద్రావణములయందు విలీనమైన ద్రావ్యము వాయు రూపమున ద్రావణాయతనమం దంతటను విస్తరించి అణుస్థితిలో విభక్తమై ద్రావణములో ఉండునని వివరించితిమి. ఈ అణువిస్తరణను ఆధారముగా చేసికొని ద్రావణముల యొక్క ధర్మములను ప్రతిపాదించితిమి. ఇట్టి అణువిభక్తములగు వ్యవస్థలుకాక ద్రావణములను అనుకరించు మిథ్యాద్రావణములు కొన్ని కలవు. వీటినే కొల్లాయిడ్‌లు అందురు. ఇవి పైకి చూచుటకు ద్రావణములవలె నిర్మలముగా నుండును. కాని సూక్ష్మముగా పరీక్షించితిమేని మామూలు ద్రావణములోవలె ఇవి అణువులుగా విడిపోవునవికావు. అనగా ఇందు విభక్తమైన ద్రావ్యము అణుస్థితిలో ఉండదు. అనేక అణువులకలయిక గల ఒక స్థూల కణస్థితిలో ఉండును. అణుసముదాయములగు ఈ కణములు గల వ్యవస్థలకు కొల్లాయిడ్‌లని పేరు.

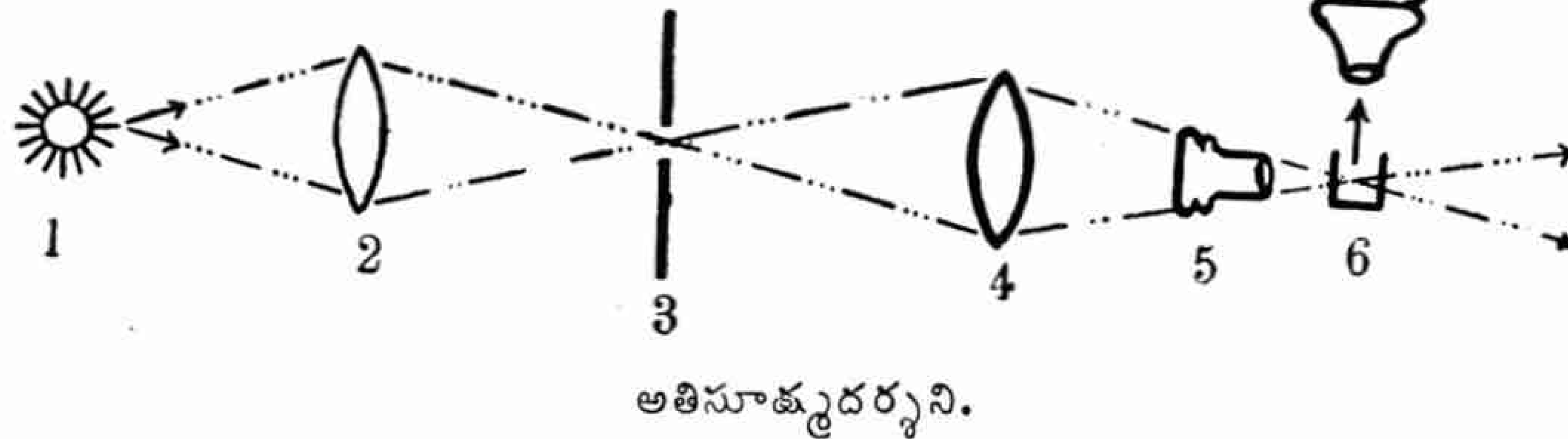
కాంతికిరణ ప్రసారము వెడల ఈ రెండు వ్యవస్థలును వివిధరీతిని ప్రవర్తించును. నిజద్రావణములు సజాతీయములు గనుక వాటిలోని కిరణప్రసారము కనిపించదు. మిథ్యాద్రావణములు విజాతీయములు కనుక కిరణమార్గము నీలిజాడవలె కన్పట్టును. ఈ ఉపాయమున కొల్లాయిడ్‌ల ద్రావణములను నిజద్రావణముల నుండి వేరుగా తెలిసికొనవచ్చును. కాంతి కిరణములు మిథ్యాద్రావణములందు చెందు మార్పునకు కాంతి విక్షేపణము అని పేరు. ఇట్టి కిరణ విక్షేపణమే ఇంటి పైకప్పులోనున్న రంధ్రముద్వారా లోపలికివచ్చు సూర్యకిరణముల నీలిజాడలకు కారణము. ఇచ్చటి విక్షేపకములు గాలిలో తేలుచున్న ధూళికణములు. ఈ విక్షేపణము గాలిసాంద్రతకన్న ధూళికణములసాంద్రత భిన్నముగా ఉండుటచే జరిగినది. కాన కాంతి విక్షేపణము వ్యవస్థయొక్క విజాతీయతకు గుర్తు. అందుచే మిథ్యాద్రావణములలో ద్రవరూపమున ఉన్న ద్రావము, ఘనరూపమున ఉన్న కణములు విడివిడిగా ఉండుటచే అట్టి స్థితులు ద్విరూప వ్యవస్థలని చెప్పవచ్చును. సజాతీయవ్యవస్థలు అట్లుకాక నిజమైనద్రావణములు అనగా ఏకరూప సజాతీయ (హోమోజినస్) వ్యవస్థలు.

మొట్టమొదట కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములను 1861-64 మధ్య గుర్తించినవాడు టామస్‌గ్రేయమ్. ద్రావ్యముల ప్రసరణసామర్థ్యమునుగురించి ఈయన చేసిన ప్రయోగముల వలన, ద్రవ్యములు స్థూలముగా రెండుతరగతులకు చెందినట్లు ఈయన నిరూపించెను. అందు మొదటితరగతికి చెందినవి ద్రావణమందు కరిగి సులభముగా ప్రసరింపగల ద్రవ్యములు. అట్లు ప్రసరించలేని ద్రవ్యములు రెండవ తరగతికి చెందినవి. మొదటితరగతిలో ద్రావ్యములగు స్ఫటికపదార్థము లన్నియు చేరినవి. రెండవ తరగతిలో తుమ్మజిగురువంటి జిగురుపదార్థములు చేరినవి. ఇంతియే కాక ద్రావణమందలి స్ఫటికములు జంతుసంబంధమైన పొరలలోనుండి దూరి బయటనున్న ద్రావములోనికి పోగలవు; జిగురుపదార్థములు అట్టిపొరలగుండా ప్రసరించలేవు. ఈ రెండవరకపుద్రవ్యములకు జిగురువంటివి అను అర్థమునిచ్చు 'కొల్లాయిడ్‌లు' అని గ్రేయమ్ పేరిడెను. కాని ఈ విభాగము సరియైనదికాదనియు, ఏద్రవ్యమునైన స్ఫటికముకాని, అస్ఫాటికముగాని కొల్లాయిడ్ స్థితిలోనికి తీసికొనిరావచ్చుననియు ఇటీవల అన్వేషకులు కనుగొనిరి. ద్రవ్యముయొక్క వాయు, ద్రవ, ఘన స్థితులవలె కొల్లాయిడ్‌కూడ ద్రవ్యముయొక్క ప్రత్యేకస్థితి అని తెలిసినది. అందుచే ద్రవ్యములను స్ఫటికములు, కొల్లాయిడ్‌లు అని విభజించుటకన్న కొల్లాయిడ్‌ను ద్రవ్యస్థితులలో నొకటిగా నిరూపించుట ప్రస్తుత పరిజ్ఞానమును పట్టి సమంజసము.

ద్రావణములందలిభాగములు మన కంటికిగాని, సూక్ష్మదర్శనికిగాని కనపడవు. వర్షాకాలమందు చెరువులనీరు కలుషముగా ఉండును. అందులోనుండు బురద కణములు మన కంటి కంతవిభజనగా కనిపించకపోయినను, సూక్ష్మదర్శని సహాయమున వాటిని చూడవచ్చును. కొల్లాయిడ్‌లు ఈ రెంటికి మధ్యదశలోనున్న విభక్తద్రవ్యములు. అవి కంటి కగపడవు; సూక్ష్మదర్శనికికూడ అందుబాటులో ఉండవు. కాని అట్టికణములున్నట్లు అతిసూక్ష్మదర్శని సహాయముచే రుజువు చేయవచ్చును. అతి సూక్ష్మదర్శని సంవిధాన

మును క్రింది పటములో చూడనగును. '1' అను కాంతి స్థానమునుండి కాంతికిరణములు '2'అను కటకముగుండా '3' అను తెరయందున్న చీలికమీద పడును. ఇక్కడనుండి కిరణశలాక '4' అను రెండవ కటకమును చొచ్చి వెలువడి వస్తుదర్శకకటకము '5' ద్వారా, కొల్లాయిడ్ ద్రావణముకల గాజుపాత్ర '6' (ద్రోణి) మధ్య భాగమున పడును. ఈ చీలికయొక్క ప్రతిబింబమును సాధారణసూక్ష్మదర్శని '7'తో వీక్షించిన ఒక అద్భుత దృశ్యము మనకంటపడును. సూక్ష్మదర్శనిలో మనకు ప్రత్యక్షముగా కనబడునది దాని క్షేత్రములో ఇటునటు శరవేగముతో వంకరటింకరగా అన్నివైపుల చలించుచున్న కాంతి బిందువులు. ఈ కాంతి బిందువులు నిజముగా విక్షిప్త ప్రకాశముచే ఆవరింపబడిన కొల్లాయిడ్ కణములు. ఆవరించియున్న కాంతిలో కణరూపము మరుగువడి మనకు అగుపడునది ప్రకాశముమాత్రమే.

కొల్లాయిడ్‌లు ముఖ్యలక్షణము వాటి సూక్ష్మవిభక్తస్థితి. కణపరిమాణము 0·1 మిల్లీమైక్రాన్‌నుండి 1·0 మిల్లీమైక్రాన్ వరకు ఉండును. (ఒకమీటరులో వెయ్యవవంతు, మిల్లీమీటర్ ; మిల్లీమీటర్‌లో వెయ్యవవంతు మైక్రాన్ ; దీనిలో వెయ్యవవంతు మిల్లీమైక్రాన్.) ఈ మానమును *అంగుళములలోనికి మార్చినచో కొల్లాయిడ్ కణముల పరిమాణము 4 / 1,00,00,00,000 అంగుళము మొదలు 4/10,00,00,000 అంగుళమువరకు, లేదా $4 \times 10^{-9}$ అంగుళము నుండి $4 \times 10^{-8}$ అంగుళమువరకు ఉండును. అనగా ఒక అంగుళము పొడవున 10 కోట్ల కొల్లాయిడ్ కణములను వరుసగా పేర్చవచ్చును. ఈ కొల్లాయిడ్ కణపరిమాణమును అణుపరిమాణముతో సరిపోల్చి చూచినచో, అణువులకన్న కొల్లాయిడ్ కణములు చాల స్థూలములని గ్రహింపనగును.



అతిసూక్ష్మదర్శని.

కొల్లాయిడ్ నిర్మాణమునకు ద్రావణనిర్మాణమునకువలె రెండుద్రవ్యములు అవసరము: 1.విభక్తద్రవ్యము;2. ఆధారద్రవ్యము లేదా యానకద్రవ్యము. ఈ రెండుద్రవ్యములు ఘన, ద్రవ, వాయు రూపములలో ఏదేని కావచ్చును. కాగా మూడు ద్రవ్యస్థితులును, తొమ్మిది వేర్వేరు కూడికలును, క్రింది పట్టికలో చూపించబడినవి :

| విభక్తద్రవ్యము | యానకద్రవ్యము |
|---|---|
| వాయువు | వాయువు |
| ద్రవము | వాయువు |
| ఘనము | వాయువు |
| వాయువు | ద్రవము |
| ద్రవము | ద్రవము |
| ఘనము | ద్రవము |
| వాయువు | ఘనము |
| ద్రవము | ఘనము |
| ఘనము | ఘనము |

ఈ పట్టిక యందు పొందుపరచిన వర్గీకరణమును మనస్సులో ఉంచుకొని విశ్వమందలి ద్రవ్యసంస్థలను సమీక్షించినచో కొల్లాయిడ్ వ్యవస్థలు విశ్వమందు విస్తృతముగా ఉన్నట్లు విశదము కాగలదు.

వాయువు + వాయువు: ఇది కొల్లాయిడ్ నిచ్చు వ్యవస్థ కాదు. ఏలన రెండు వాయువులు పూర్ణముగా కలుసుకొని పోవుటచే, అట్టివ్యవస్థ సజాతీయ వ్యవస్థయే అగును.

ద్రవము + వాయువు: ఇందు ఏదేనిద్రవపదార్థము విభక్తము; ఏదేనివాయువు ఆధారము. మేఘములు, ఆవిరి, పొగమంచు ఈ వ్యవస్థలన్నిటియందును జలము సూక్ష్మకణరూపమున గాలియందు విభక్తమై వ్రేలాడుచుండును.

ఘనము + వాయువు: కర్రలనుండి, అగరువత్తులనుండి పైకివెడలు పొగ. ఇందు నల్లటి సూక్ష్మవిభక్తమగు కార్బన్‌కణములు విభక్తస్థితి. అవి ఈ కణములకు ఆధారముగనుండు వాయువునందు విస్తృతము లైయున్నవి.

* సుమారు 2½ సెంటిమీటర్లు ఒక అంగుళమునకు సమానము. అనగా ఒక సెంటిమీటరు = 0·4 అం॥; ఒక మిల్లీమీటరు = 0·04 అం॥; ఒక మైక్రాన్ = 0·04/1000 అం॥ = 0·00004 అం॥; ఒక మిల్లీమైక్రాన్ = 0·00004/1000 = 0·00000004 అంగుళము.

వాయువు + ద్రవము : ఇచ్చట వాయువు విభక్తము ; ద్రవము ఆధారము. ఈ వ్యవస్థ గాలి వీచుచున్నప్పుడు తటాకములందు ఒడ్డునతగులు తరగలమీద కననగు నురుగు. నీటియందు గాలి విభక్తమై ఇరుకుకొని ఉన్నది. సబ్బునీటితోవచ్చు నురుగుకూడ ఇట్టిదియే.

ద్రవము + ద్రవము : దీనికి ఉదాహరణము పాలు. ఇందు ద్రవపదార్థమగు వెన్న సూక్ష్మవిభక్తమై నీటియందు నిలచియున్నది. తరచినప్పుడు సూక్ష్మకణము లన్నియు చేరి ముద్దవలె పైకి వచ్చును. మందులుగా అమ్మబడు చేపనూనె ఇమల్షన్‌కూడ ఇట్టిదే. ద్రవద్రవసమ్మేళమునకు 'ఇమల్షన్' అనిపేరు.

ఘనము + ద్రవము : రాసాయనిక ప్రయోగశాలలందు విరివిగా తయారుచేయబడు కొల్లాయిడ్‌లు ఈ తరగతికి చెందినవి. ఇందు ఘనపదార్థము విభక్తము. అది ఒకద్రవములో ఇమిడియుండును. ధాతువులు, లవణములు, ఘనస్థితిలోనున్న ఆమ్లములు, లవణాధారములు ఇట్టి కొల్లాయిడ్‌స్థితిని పొందగలవు. సాధారణముగా జలము యానకము ; లేదా ఆల్కహాల్ (సారాయి) వంటి మరియేయితర ద్రవమైనను యానకముగా ఉండవచ్చును. బంగారము, వెండి, ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్, ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్, కొల్లాయిడ్‌లు ఈ తరగతిలో చేరినవి. వీటికి సస్పెన్సోయిడ్‌లు (లంబితములు) అని నామాంతరము కలదు.

వాయువు + ఘనము : ఈ వ్యవస్థ చాల అరుదుగా కన్పట్టును. కొన్ని ఖనిజములలో నైట్రోజన్ లేదా హీలియమ్ వాయువు ఖనిజపదార్థమందు విభక్తమై ఉండును.

ద్రవము + ఘనము : ఇదికూడ చాల అపురూపమైన వ్యవస్థ. కొన్ని ఖనిజములందు నీరు ఇట్టిస్థితిలో ఉండును.

ఘనము + ఘనము : అనేకధాతుమిశ్రములు ఈ తరగతికి చెందినవి. సైంధవలవణ మొకప్పుడు ఎరుపుగాను, మరియొకప్పుడు నీలముగాను ఉండును. ఈ రంగు లవణమునందు విస్తృతమగు సోడియమ్ ధాతువువలన ఏర్పడినది. ఊదారంగుగల గాజు పలకలను, బుడ్లను చూచియే ఉందురు. అందు సూక్ష్మవిభక్తమగు బంగారము ఆ మనోజ్ఞమగు రంగునకు కారణము. అటులనే పాలరంగుగల గాజుయందు వంగభస్మము (స్టానిక్ ఆక్సైడ్) విస్తృతమై ఉండును.

ఇవియేకాక వృక్షభాగములందు, జంతుశరీరభాగములందు కనుపించు జీవపదార్థము లన్నియు కొల్లాయిడ్ స్థితిలో ఉన్నవియే. అందుచే కొల్లాయిడ్ స్థితికి విశ్వపరిణామమందు ఎంత ప్రాముఖ్యత కలదో తెలిసికొనగలము.

కొల్లాయిడ్‌ల విశిష్టగుణము లన్నియు వాటి సూక్ష్మవిభక్త దశనుపట్టి వచ్చినవే. ఈ గుణములు చలన, చాక్షుష, విద్యుత్ గుణము లని మూడు విభాగములుగా నిరూపించవచ్చును.

ఇందు మొదటిగుణము, యానకమందు అనవరత చలనము. ఈ చలనము పై నివర్ణించిన అతిసూక్ష్మ దర్శినిచే దర్శింపవచ్చును. దీనికి బ్రౌన్యన్ చలనమని పేరు. చలదణు సిద్ధాంతమున అణువుల ఉనికిని ఊహించితిమి. కేవల ఊహకల్పితములగు అణువుల నిజస్థితిని ప్రాయోగికముగా రుజువుచేయుచున్నది ఈ బ్రౌన్యన్ చలనము. సూక్ష్మదర్శినిలో ప్రత్యక్షముగా కనబడునది కొల్లాయిడ్ కణముల చలనముగాని అణుచలనముకాదు. అణువులు సూక్ష్మాతిసూక్ష్మములగుటచే వాటి చలనము మనప్రత్యక్ష దృష్టికి గోచరముకాదు. అయినను, కొల్లాయిడ్ కణములు ఎడతెగకుండ చలించుచున్నట్లు అగుపడుచుండుటచే, వీటి చలనమునకు కారణమొకటి ఉండవలయును. ఒక మైదానములో బంతి ఆట జరుగుచున్నపుడు ప్రేక్షకులకు ఇటునటు భూమిపై చలించుచున్నబంతి అగపడుచున్నదికాని ఆటగాండ్రు కనపడలే దనుకొందము. అయినను బంతి తనంతటతానే కదలదు కనుక దానిని నెట్టుచున్న వారుఉండి తీరవలయును. అటులనే మనము ప్రత్యక్షముగా చూచునది కణచలనము ; దానినుండి ఊహించతగినది అణుచలనము. కొల్లాయిడ్ కణములు ఇటునటు చలించుటకు మాధ్యమిక మందలి అణువుల చలనము కారణము కావలయును. ఇంకొకవిశేషము - చలనము చలదణు సిద్ధాంతము సూచించునట్లు ఋజు మార్గమునసే జరుగుచున్నట్లు గోచరించును. అణుసమూహములతో తరచుగా సంఘర్షించుటవలన కణముల ఋజుమార్గము అతిత్వరితముగా మారుచుండును. అందువలన కణముల మార్గము అతివక్రముగా నుండును. కాని ప్రతి సంఘర్షణకు మధ్య వాటి మార్గము సూటిగానే ఉండును (చూ. చిత్రము).



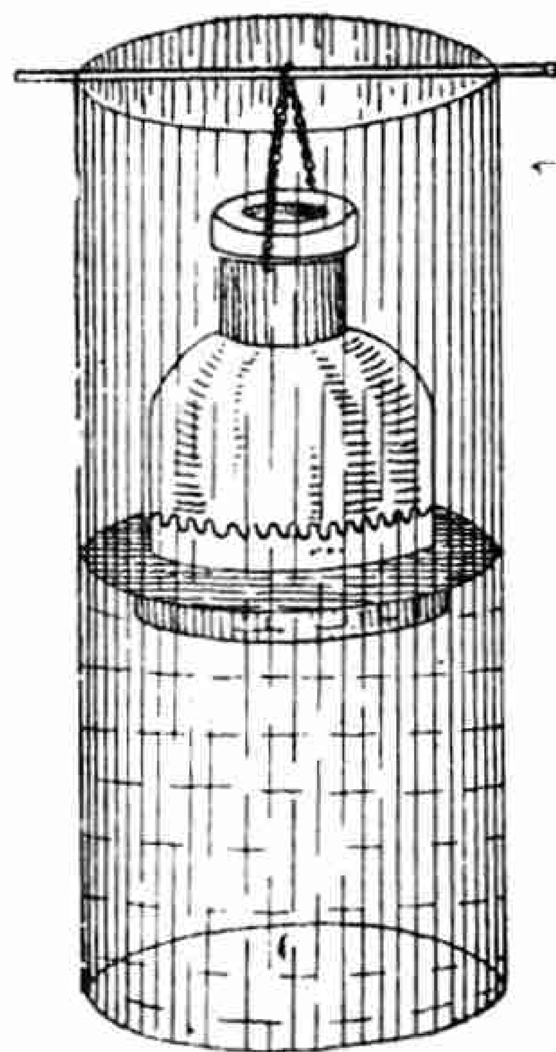

బ్రౌన్యన్‌చలనము.

బ్రౌన్యన్ చలనము ; బ్రౌన్యన్ చలనసిద్ధాంతమును వివరించినవాడు ఐన్‌స్టయిన్ (చూ. పుట 282). ఒకకణమొక నియతకాలమందు పొందిన స్థానచ్యుతిని అతిసూక్ష్మ

దర్శనిచే కొలచి ఆవాగాడ్రో సంఖ్య N ను (అనగా, గ్రాము అణువునందున్న అణువుల మొత్తపుసంఖ్యను) గణించుటకు వీలగు సమీకరణమును ఈయన స్థాపించెను.

కొల్లాయిడ్ కణములు జంతు సంబంధమైన పొరల ద్వారా ఎట్లు పైకి పోలేవో అట్లే పార్చిమెంటు కాగితమునుకూడ దూరలేవు. ఈ ఉపకరణమును కొల్లాయిడ్‌లను సిద్ధపరచుటలో వాటిని శుద్ధిచేయుటకు ఉపయోగింతురు. ఒకచట్రపుటడుగున బిగించబడిన పార్చిమెంటు కాగితములో కొల్లాయిడ్‌ద్రావణము నుంచి వెలుపల శుద్ధ జలము పోసినచో కొల్లాయిడ్ యందున్న మలినద్రవ్యములు ప్రసరణ సామర్థ్యముకల వగుటచే కాగితపు సూక్ష్మ రంధ్రములద్వారా పైకి వెడలును. కొల్లాయిడ్‌లుమట్టుకు లోపల నిలచియుండును. ఈ ఉపకరణమునకు విశ్లేషకము (డయలైజర్) అని పేరు (చూ. చిత్రము).

రెండవతరగతికి చెందిన కొల్లాయిడ్ గుణములు చాక్షుషములు. కొల్లాయిడ్ కణసాంద్రత యానక ద్రవ్యసాంద్రతకన్న భిన్నముగా ఉండుటచే, కొల్లాయిడ్‌గుండా ప్రసరించు కాంతికిరణములు విక్షేపమును పొందునని ఇదివరకే తెలిపియుంటిమి. కొల్లాయిడ్‌యందు కిరణ మార్గము నీలిజాడవలె కన్పట్టును. ఈ కిరణమార్గమునకు 'టిండల్ కోను' అనియు, ఈ దృశ్యమునకు 'టిండల్ ఫలితము' అనియునుపేర్లు. ఈ విక్షేపశక్తి వలననే కొల్లాయిడ్ కణములు అతిసూక్ష్మ దర్శనిలో మనదృష్టికి గోచరమగుచున్నవి :



డయలైజర్

విక్షిప్త కాంతి నీలముగానుండుటకు కారణము కలదు, ధవళ కాంతియందుండు అన్నివర్ణములకన్న నీలిరంగు హెచ్చు విక్షేప్యము. అనగా నీలిరంగు తక్కిన రంగులకంటె ఎక్కువగా చెదరిపోవును. అదికాక విక్షిప్త కాంతి స్వభావము విక్షేపించు కణపరిమాణమునుపట్టి ఉండును. కొల్లాయిడ్‌కణ వ్యాసము నీలితరంగములను విక్షేపించుటకు తగినపరిమాణములో నున్నది. తక్కిన వర్ణతరంగములు ఈ వ్యాసముగల కణములచే విక్షేపింపబడ నేరవు.

కొల్లాయిడ్‌ల మూడవతరగతి గుణములు విద్యుత్‌గుణములు. కొల్లాయిడ్‌కణములు విద్యుదావేశము కలవని సులభముగా తెలిసికొననగును. కొల్లాయిడ్‌యందు రెండు విరుద్ధవిద్యుదగ్రముల నుంచితిమేని కొల్లాయిడ్‌కణములు ఋణధ్రువము వైపునకో, ధనధ్రువము వైపునకో పోవును. ఈ గమనము ప్రత్యక్షముగా గోచరించును. ఈ గమనమునకు విద్యున్నిస్సరణము (ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్) అని పేరు. ఈ గమనవేగ మించుమించు అయన్‌ల ప్రయాణవేగముతో సమానముగా నుండును. ఒక కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యము యొక్క కణములన్నియు ఒకేవిధమగు విద్యుదావేశమును కలిగియుండును. లవణద్రావణములందు ధనఅయన్‌లు, ఋణఅయన్‌లు ఉన్నట్లు ఒకే కొల్లాయిడ్‌లో రెండువిధముల ఆవేశముగల కణములు ఉండవు.

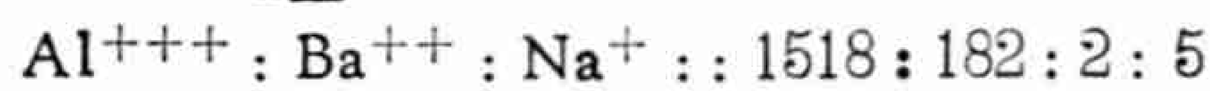
కొల్లాయిడ్‌ల ఆవేశచిహ్నములను చూపు పట్టిక

| ధనావిష్టకొల్లాయిడ్‌లు ఋణాగ్రమువైపు నడచును. (+) | ఋణావిష్టకొల్లాయిడ్‌లు ధనాగ్రమువైపు నడచును. (−) |
|---|---|
| ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ $Fe(OH)_3$ | బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్ |
| | గంధకము |
| అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ $Al(OH)_3$ | ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్ |
| | తుమ్మజిగురు |
| కాడ్మియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ $Cd(OH)_2$ | గంజి (Starch) |
| | సిలిసిక్ ఆసిడ్ |
| | స్టానిక్ ఆసిడ్ |
| కొన్ని క్షారవర్ణద్రవ్యములు (Basic dyes) | కొన్ని ఆమ్లవర్ణ ద్రవ్యములు (Acid dyes) |

కొల్లాయిడ్ కణములకు ఈ విద్యుదావేశము ఎట్లు వచ్చినదను ప్రశ్నకు సమాధానము ఈయవలసిఉన్నది. లవణభాగములగు అయన్‌లకువలె, కొల్లాయిడ్ కణములకు ఆవేశములు స్వాభావికముగా నున్నవికావు. కణములుగా విభక్తమగుచున్న కాలములో ఈ ఆవేశము వీటికి ప్రాప్తించునట్లు ఊహించవలసి ఉన్నది. ఏలన కొల్లాయిడ్‌లు తయారగుటకు పూర్వము ఆధారద్రవ్యమందు అయన్‌లుండినగాని అవి కొల్లాయిడ్‌గా మారవు. ఈ అయన్‌లు, కొల్లాయిడ్‌ను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించిన ద్రవ్యములందు ఉండవచ్చును; లేదాప్రత్యేకముగా చేర్చినవిగానైన ఉండవచ్చును. కొల్లాయిడ్ కణముల స్థిరత్వమునకు అయన్‌ల సంపర్కమావశ్యకము. ఏలన కొల్లాయిడ్‌ను విశ్లేషక సహాయమున మిక్కిలి శుద్ధిచేసినచో కొల్లాయిడ్ కణములు యానకమందు వ్రేలాడియుండక క్రిందికి దిగిపోవును. ఈ శుద్ధిచేయుటలో కొల్లాయిడ్‌కణములు అవి గ్రహించిన అయన్‌లను కోలుపోవును. తత్ఫలముగా ఆవేశములనుకూడ కోలుపోవును. ఆవేశములు ఉన్నంతవరకు కొల్లాయిడ్ కణములు సజాతీయావేశములు కలవగుటచే దగ్గరపడనేరవు. ఆవేశములు నష్టమై

నపుడు కణములు సంశ్లేషించి స్థూలకణములుగామారి క్రిందకు అవక్షేపముగా దిగును. ఈ అవక్షేపణకు 'స్కందనము' (కొయాగ్యులేషన్) అనిపేరు.

ఈ స్కందనము కొల్లాయిడ్‌నకు లవణముల చేర్చిన, లేదా విరుద్ధవిద్యుదావేశముగల మరియొకకొల్లాయిడ్‌ను కలిపిన జరుగును. లవణములందున్న అయన్‌లవలన కొల్లాయిడ్‌కణముల విద్యుదావేశము అంతరించును. లవణములచే కలుగు స్కందనవేగము వాటి అయన్‌ల ఆవేశభారము లేదా యోజనీయత పట్టి ఉండును. త్రియోజనీయతగల అల్యూమినియము అయన్‌ల ప్రభావము ద్వియోజనీయములగు బేరియమ్‌అయన్‌ల ప్రభావముకన్న చాల ఎక్కువ. అటులనే బేరియమ్ అయన్‌ల ప్రభావము ఏకయోజనీయతగల సోడియమ్ అయన్‌ల ప్రభావము కన్న హెచ్చు. ఈ అయన్‌ల స్కందనసామర్థ్యము దిగువ చూపిన నిష్పత్తిలో ఉండును :


$Al^{+++} : Ba^{++} : Na^{+} :: 1518 : 182 : 2 : 5$

వర్షకాలమందు చెరువులోని బురదనీటిని విరచి నిర్మలముగా చేయుటకు ఉపయోగించు పటికయొక్క సామర్థ్యము అందరికి తెలిసినదియే. బురదనీరు ఒక కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యము. త్రియోజనీయతకల అల్యూమినియము అయన్‌తో సంయోగమగుటచేతనే, అంత త్వరితముగా బురద విరిగినీరు నిర్మలమగును.

కొల్లాయిడ్‌లు విరివిగా ఔషధములుగా ఇప్పుడు ఉపయోగములో ఉన్నవి. చర్మముద్వారా వీటిని సూదులతో ప్రయోగించినప్పుడు రక్తమందలి లవణసంపర్కమున కొల్లాయిడ్‌లు విరిగిపోయి చర్మముక్రింద గడ్డకట్టి ఒకప్పుడు వ్రణమును పుట్టించును. ఈ ఉపద్రవము లేకుండ చేయుటకై లవణసంపర్కమున కూడ కొల్లాయిడ్‌లు విరుగకుండ సంరక్షించు ఉపాయము ఆలోచించవలసి ఉన్నది. ఈ కొల్లాయిడ్‌లయందే రెండు ప్రధానవర్గములు లైయోఫైలిక్ లేదా లైయోఫోబిక్ అనునవి కలవు. వీటి గుణములు చాల భిన్నములు.

లైయోఫైలిక్ అనగా యానకముగా నుండు ద్రవమును ప్రేమించునవి అనియు, లైయోఫోబిక్ అనగా యానకద్రవమును ద్వేషించునవి అనియు అర్థము. వీటిని 'ద్రవకాము'లు అనియు, 'ద్రవవిరోధులు' అనియు పేర్కొనవచ్చును. ఇందు ద్రవకాములగు కొల్లాయిడ్‌లు సంపర్కమున విరగవు. సరికదా, ద్రవవిరోధులైన లవణసంపర్కమున సులభముగా అవక్షేపించు స్వభావముకల కొల్లాయిడ్‌లను అట్లు అవక్షేపించనీయవు. వీటిని సంరక్షక కొల్లాయిడ్‌లు అందురు. సర్వేసు, తుమ్మబంక, గంజి మొదలగు పదార్థములు సంరక్షకవర్గమునకు చెందినవి. వీటితో ద్రవవిరోధులైన కొల్లాయిడ్‌లను చేర్చిన అవి రక్తములో ప్రవేశించినపుడు విరిగిపోక ఏకరీతిగావ్యాపించి చికిత్సకు తోడ్పడును.

**తయారుచేయు పద్ధతులు :** కొల్లాయిడ్‌లు సూక్ష్మ విభక్త ద్రవ్యములని చెప్పియుంటిమి. సూక్ష్మ విభజనకు అనువగు ఏ పద్ధతి నుపయోగించినను కొల్లాయిడ్ తయారగును.

కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యమును యానకమందుంచికాని, లేదా ప్రత్యేకముగాగాని యాంత్రికముగా అనగా యంత్రసహాయమున, కొల్లాయిడ్ పరిమాణముగల కణములక్రింద విభక్తమగునంత వరకు చూర్ణముచేయుట. ఇట్టి యంత్రములకు కొల్లాయిడ్ యంత్రములనిపేరు. ఈ యంత్రములు పూతరంగులు, ఏగరోల్ (సూక్ష్మవిభక్తమగుజున్ను గడ్డి చూర్ణముకల కిరోసీన్ తైలము) కిమొదలగు ద్రవ్యములను తయారుచేయుటలో ఉపయోగింతురు.

కొల్లాయిడ్ ఏద్రావమందు కరుగునో అట్టి ద్రావమందు దానిని ద్రావణముగాచేసి, ఈ ద్రావణముయొక్క కొన్ని చుక్కలను అది కరుగని ద్రావమందు జారవిడచిన ద్రావ్యము ద్రావమునుండి విడిపోయి సూక్ష్మకణరూపముగా అవక్షేపించి ఏకరీతిగా ఆధారద్రవ్యమందు వ్యాపించి కొల్లాయిడ్ ఏర్పడును.

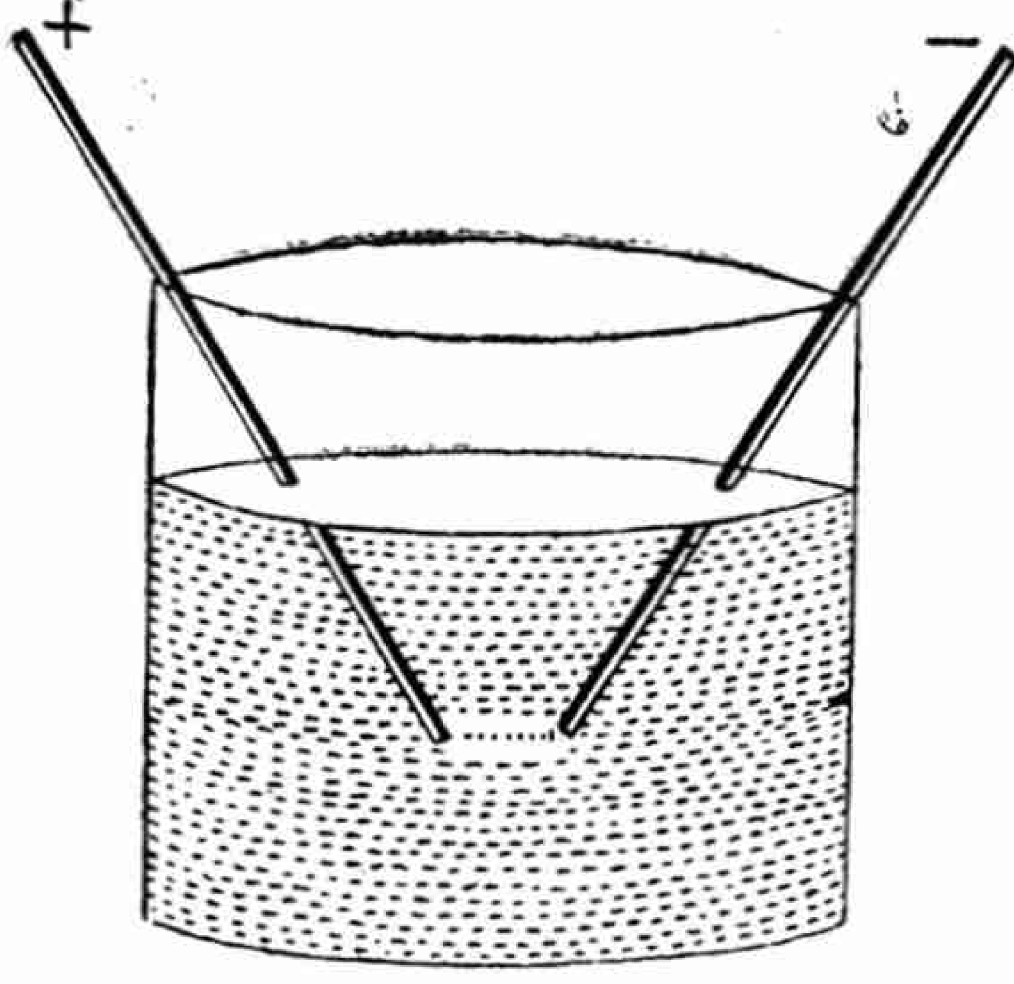
ఇట్లు సారాయి (ఆల్కహాల్)లో కరగు అయిడీన్‌ను అందు ద్రావణముగా నొనర్చి, కొన్ని చుక్కలద్రావణమును నీటిలో పోసినచో యానకముగానున్న నీటియందు అయిడీన్ కొల్లాయిడ్ ఏర్పడును. ఇటులనే గంధకమును కూడ కొల్లాయిడ్‌గ మార్చవచ్చును.

కాంతిశక్తిని ఉపయోగించి ధాతువులను కొల్లాయిడ్‌గా మార్చవచ్చును. వెండి, రాగి, సీసము, తగరము మొదలగువాటి రేకులను నీటిలో ముంచి మర్క్యూరీ ఆర్క్‌దీపమునుండి ప్రసరించు అతినీలలోహిత కిరణములను ఆ రేకులమీద పడునట్లు చేసిన పదిహేను నిమిషములలో రేకులనుండి ధాతుకణములు విడివడి నీటియందు వ్యాపించును. ఈ విధానమున వెండిని సారాయందు కొల్లాయిడ్‌గా వ్యాపింపచేయవచ్చును.

ధాతు కొల్లాయిడ్‌ను విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించికూడ తయారు చేయవచ్చును. ధాతువునుండి రెండుకడ్డీలను తయారుచేసి, వాటిని నీటిలోనుంచి వాటిమధ్య విద్యుచ్చాప మొకదానిని జనింపచేసినచో, ఋణాగ్రమునుండి ధాతుకణములు పొగవలె నీటియందంతటను వ్యాపించును. ఈనీటియందు కొంచము పొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌ను

ముందుగా కలుపవలయును. ఇట్లు వెండి, బంగారము, ప్లాటినమ్, రాగి ధాతువు కొల్లాయిడ్‌లను తయారుచేయ వచ్చును.

విద్యుచ్చాపము యొక్క వేడిమిని సహింపలేని సోడియమ్, పొటాసియమ్ ధాతువుల కొల్లాయిడ్‌లను-ఈతర్‌ను ఆధారముగా ఉపయోగించి - స్వెడ్‌బర్గ్ విధానమున తయారుచేయవచ్చును ఇందు ధాతుశలాకను యానకమందుంచి కంపన విద్యుదుత్సర్గము (ఆసిలేటరీ ఎలక్ట్రిక్ డిస్చార్జి) నకు అధీనము చేసిన ధాతుకొల్లాయిడ్ ఏర్పడును.



బ్రిడ్జ్ విధానము

రాసాయనికపద్ధతులు : ఆక్సీకరణము, ఆక్సీహరణము, ద్విపరివర్తనము, జలవిశ్లేషణము మొదలగు రాసాయనిక ప్రక్రియ లన్నియు ఇందు ఉపయోగపడును.

ఆక్సీకరణము : హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ద్రావణము గుండా కొంతసేపు గాలిని పంపించినచో, గాలియందలి ఆక్సిజన్ భాగము హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌ను ఆక్సీకరించును. గంధకము కొల్లాయిడ్‌గా విడివడును. ఆక్సీహరణప్రక్రియ చేకూడ ధాతు కొల్లాయిడ్‌లను తయారు చేయవచ్చును ధాతు లవణము ద్రావణములకు, హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్, హైడ్రజీన్, ఈతర్‌లో భాస్వరద్రావణము, ఫార్మాల్డిహైడ్, టానిక్ ఆసిడ్ వీటిలో దేనిని కలిపినను లవణము నుండి ధాతువు కొల్లాయిడ్‌స్థితిలో విడివడును. ఉదాహరణమునకు ఇచ్చట బంగారము కొల్లాయిడ్‌ను తయారుచేయు విధానము వివరించబడును.

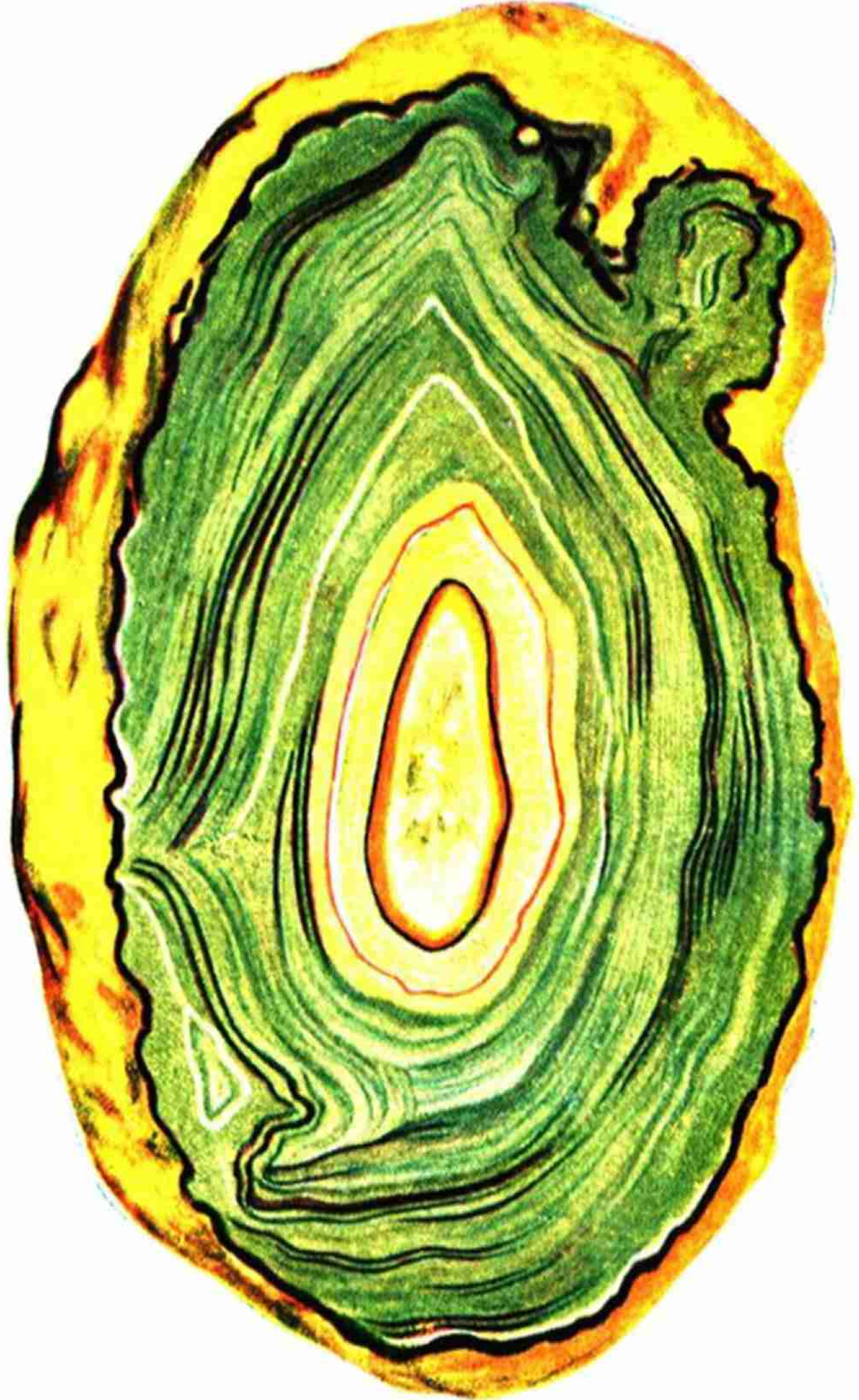
బంగారమును మహాద్రావకములో కరగించినప్పుడు క్లోరారిక్ ఆసిడ్ తయారగును. ఆ ద్రావణమును ఇగరపెట్టినచో H $(AuCl_4)$, $4H_2O$ స్ఫటికములు ఏర్పడును. 0.6 గ్రాము ఈ స్ఫటికములను 100 ఘ. సెం. మీ. నీళ్ళలో కరగించి ఆ నీళ్ళలో 0.075 గ్రాము అతిశుభ్రమైన పొటాసియమ్ కార్బొనేట్ $(K_2CO_3)$ను చేర్చవలెను. ఈ ప్రక్రియలలో వాడుకచేయు నీరంతయు బంగారముచేగాని, వెండిచేగాని చేయబడిన పాత్రలలో రెండుసార్లు స్వేదన ప్రక్రియను జరిపి అతిశుద్ధముగా తయారుచేయబడవలెను. ఈ బంగారపు ద్రావణమును మరగపెట్టుచు, రబ్బరు కాడతో కలుపుచు, 3 లేక 5 ఘ. సెం. మీ. ల 0.3% ఫార్మాల్డిహైడ్ ద్రావణమును చేర్చవలెను. ఒక నిమిషములో రాసాయనికకార్యము పూర్ణమై అతిమనోహరమగు రక్తవర్ణముకలిగిన బంగారము కొల్లాయిడ్ తయారగును. ఇందలి కణములు అతిసూక్ష్మ దర్శినిలో కంటికగపడును. కణపరిమాణము 10 - 40 మిల్లీమైక్రాన్‌లమధ్య నుండును.

ఇటులనే ఈతర్‌లో భాస్వరద్రావణము ఉపయోగించిన లభ్యమగు బంగారము కొల్లాయిడ్‌యందు కణములు అతిసూక్ష్మదర్శని కగుపడనంత సూక్ష్మముగా నుండును. వీటికణ పరిమాణము 1 - 6 మిల్లీమైక్రాన్‌ల మధ్య నుండును. ఈ కొల్లాయిడ్ కూడ ఎర్రగా నేఉండును. కానిపై కొల్లాయిడ్ చూపునంత విక్షేపణదృశ్యమును ఇది చూపదు. విద్యుత్ విధానమున తయారుచేయబడిన బంగారము కొల్లాయిడ్ నీలిరంగుగా నుండును. ఇందలి కణములు పైని వర్ణించిన రెండు ఎర్ర కొల్లాయిడ్‌లందుకన్న అధికపరిమాణము కలవి. కొల్లాయిడ్‌యొక్క రంగు కణపరిమాణమునుబట్టి ఉండునని ఈ వివరణ వలన తెలియుచున్నది.

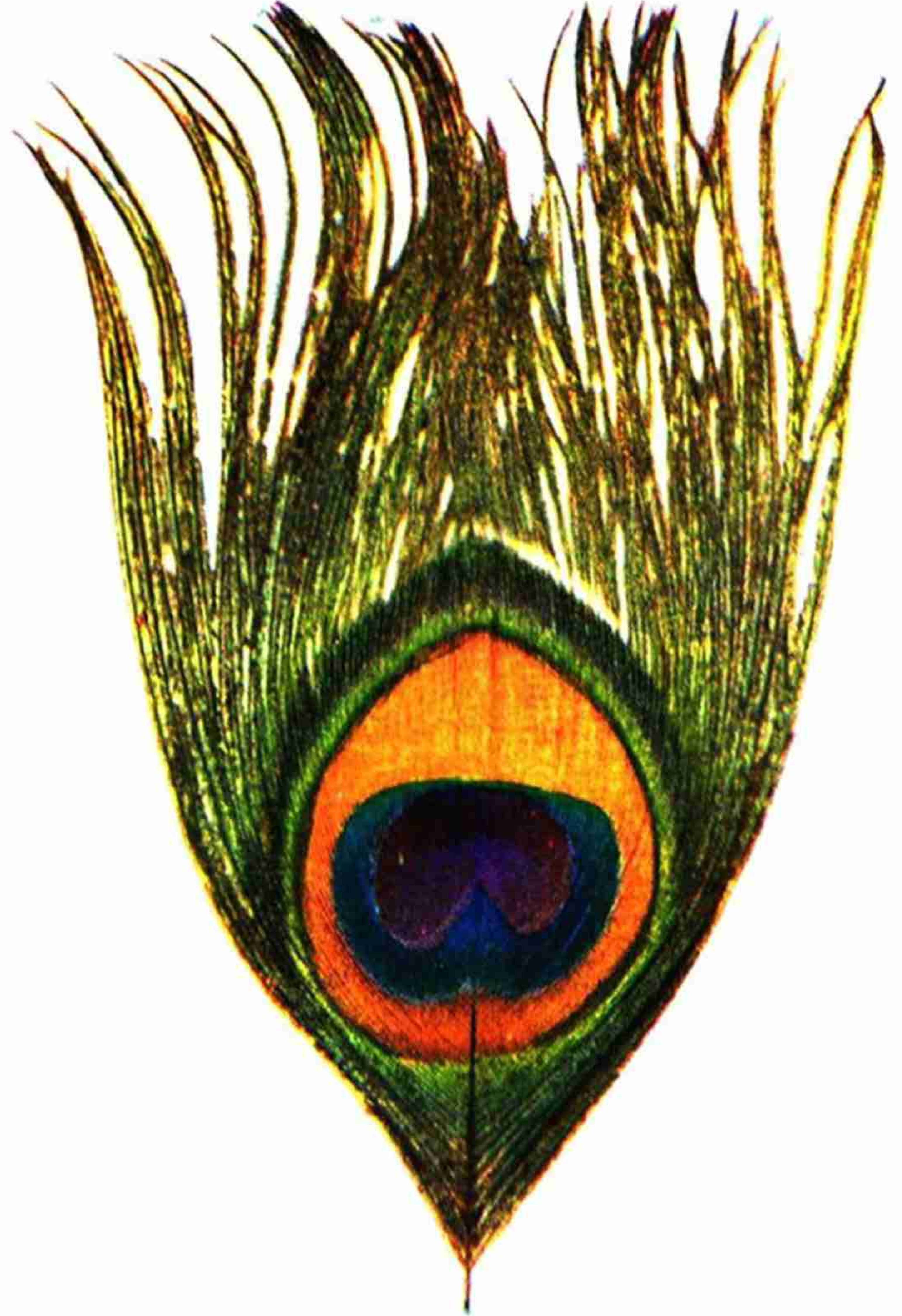
అధిచూషణ : ఒక ద్రవ్యము ఇంకొకద్రవ్య తలముపై ప్రోగగుటకు అధిచూషణఅని పేరు. భౌతికరాసాయనిక శాస్త్రదృష్టిలో రెండు పరస్పరము విలీనముకాని ద్రవ్యములు కలుసుకొన్నప్పుడు వాటి సామాన్యతలములో ఆ ద్రవ్యములసాంద్రత, ఆ తలమునకు ఎడమగానున్న ద్రవ్యముల సాంద్రతకన్న ఎక్కువగా నుండును. అధిచూషణకు కారణము భిన్నద్రవ్యాణువులమధ్యనున్న ఆకర్షణశక్తి. ఈ ఆకర్షణశక్తి కేవలము భౌతికమో, లేక రాసాయనికమో చెప్పుట సాధ్యముకాదు. ఏలన తరచిచూచినచో ఈ రెండుశక్తులకును భేదమేమియు కానరాదు. సాధారణముగా ద్రవ్యముయొక్క అధిచూషణ సామర్థ్యము ఈ క్రింది సంఘటనలనుబట్టి యుండును.

1. తాపక్రమము ; 2. అధిచూషకద్రవ్యస్వభావము ; 3. అధిచూషకద్రవ్యస్థితి ; లేదా పూర్వచరిత్ర ; 4. అధిచోష్యద్రవ్యపు స్వభావము ; 5. అధిచోష్యద్రవ్యము వాయువైనచో దాని ప్రేషము.

ఘనములచే వాయువుల అధిచూషణ : వాయువుయొక్క ప్రేషము ఎక్కువగుకొలది ఒక ఘనతలము అధిచూషించు వాయుద్రవ్యరాశి ఎక్కువగుచుండును. ఘన, వాయు ద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక సంయోగమునకవకాశములేని పరిస్థితిలో, తాపక్రమ మెక్కువగుకొలది,



అగేట్
దీని రచనలో లీసిగాంగ్ వలయములు
(చూ. కొల్లాయిడ్ లు) గుర్తింపతగినవి.



నెమలి కన్ను
ఇందులో కూడ లీసిగాంగ్ వలయములు కాన నగును.
(చూ. కొల్లాయిడ్ లు)

Blank Page

ఒకనియత భారముగల ద్రవ్య మధిచూషించు వాయురాశి తగ్గుచుండును. సాధారణముగ సులభముగా ద్రవీభ వించుటకు వీలైన వాయువులు, ఘనతలముపై హెచ్చుగా అధిచూషించబడును. ఘనతలములపై వాయువులు అధి చూషించబడుననుటకు దృష్టాంతము కొబ్బరిపుచ్చెనుండి తయారగు బొగ్గు. ఈ బొగ్గుయొక్క అధిచూషకగుణము శోధనాగారమందు వలసినపరికరములలో శూన్యమును నిర్మించుటకు వాడుకలో నున్నది (చూ. అణుభార నిర్ణయము పు. 126).

ద్రావణములో అధిచూషణ : ద్రావణములో నున్న ద్రావ్యము అనేకఘనతలములపై అధిచూషించబడ వచ్చును. వాయువుల విషయములో హెచ్చు సులువుగా ద్రవీకరించుటకు వీలైనవి హెచ్చుగా అధిచూషించబడినట్లు, ద్రావ్యత తక్కువగానున్న ద్రావ్యములు హెచ్చుగా ఘన తలములచే నధిచూషించబడును. అధిచూషణసామర్థ్యము వస్తువును బట్టి మారుచుండును. ఇందు రెండుతరగతుల సామర్థ్యమును సామాన్యముగా నిరూపించవచ్చును.

సిలికాజల్ వంటి కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యములకు నీటితో గాని, నీరువంటి ధ్రువిత యౌగికములతో గాని, సమ్మేళించుటకు ప్రావణ్యమెక్కువ. ఇట్టి ఘనద్రవ్యములు కార్బన్ యౌగికద్రవములనుండి నీటిని అధిచూషించగలవు. కాని జలద్రావణములలో వీటి అధిచూషణశక్తి చాల తక్కువ. నీటితో మిశితమగుటకు ఉబలాటములేని బొగ్గు వంటి కొన్నిఘనములు జలద్రావణములలో అధిచూషణ సామర్థ్యమును ప్రదర్శించును.

ద్రావణములలో అధిచూషణ సంఘటనకు వ్యాపార రాసాయనికశాస్త్రమందు చాల వినియోగము లున్నవి. పంచదారను తయారుచేయుటలో చెరకురసమునకున్న రంగును తీసివేయుటకు ఎముకలబొగ్గును ఉపయోగింతురు. ద్రావణమునుండి అధిచూషణ ఇటీవల పెంపొందింపబడిన క్రోమటోగ్రఫీ అను విధానమునందు వినియోగించబడు చున్నది. ఒకద్రావణములో విలీనమైయున్న వేరువేరు ద్రావ్యములను అందులోముంచిన వత్తుకాగితమువంటి ఘన ద్రవ్యము వేరువేరు తరగతులుగా అధిచూషించును. ఈ అధిచూష్యగుణములోని వ్యత్యాసములను ఉపయోగించి ద్రావణములలోనున్న ద్రావ్యములను వేరుచేయవచ్చును.

తక్కినపరిస్థితులు మారకుండఉన్నపుడు వాయువు విషయమైగాని, ద్రవమువిషయమైగాని, ఒకఘనద్రవ్యము యొక్క అధిచూషణసామర్థ్యము దాని విశిష్టతలవైశాల్యముతో పెరుగుచుండును. అందువలననే అధిచూషణసంఘటనపై ఆధారపడియున్న ప్లాటినమ్‌వంటి ధాతువుల రాసాయనిక కార్యప్రేరణసామర్థ్యము వాటి సూక్ష్మవిభక్త స్థితితో ఎక్కువగుచుండును (చూ. ప్రేరణము).

కొల్లాయిడ్‌లు అతిసూక్ష్మవిభక్తమైన స్థితిలోనున్న ద్రవ్యములగుటచే, వాటి అధిచూషణశక్తి చాల ఎక్కువగా నుండును. సిలికాజల్ యొక్క అధిచూషణశక్తి చాలగణ నీయమైనది. ఇట్టి జెల్‌లు, ఘనముల గుణములనే కాక, ద్రవ్యముల గుణములనుకూడ ప్రదర్శించును. వీటి ద్రవ గుణమును వీటిలో సంభవించు లవణముల ప్రసారముచే వ్యక్తపరచవచ్చును. నీటిలో లవణము లెంతచురుకుగా ప్రసరించునో జెల్‌లలోకూడ అంతచురుకుగా ప్రసరించును.

ఈప్రసారమును ఈ క్రిందిప్రయోగముచే ప్రత్యక్షము చేయవచ్చును. 2 గ్రాముల జిలెటిన్ (సర్వేసు) ను 100 గ్రాముల నీటిలో వేడిచేసి కరగించి, ఆ ద్రావణ మింకను వేడిగానున్నపుడే కొంచెము విలీనపొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణమును చేర్చవలెను. ఈ వేడి జిలెటిన్ ద్రావణము నొకగాజుపలకపై పోసి చల్లారనీయవలెను. చల్లారిన తరువాత గాజుపలకపై జిలెటిన్ పొరగా ఏర్పడును. ఈ గాజుపలకను వెలుతురు చొరనిచోట మట్టముగా నొకబల్లపై నుంచి, దాని మధ్యను గాఢసిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణము యొక్క కొన్ని బిందువులను ఉంచవలెను. ఇట్లు కొన్నిరోజు లుంచినచో సిల్వర్ నైట్రేట్ జిలెటిన్ పొరలో వ్యాపించి నట్లు అది జిలెటిన్‌లోనున్న క్రోమేట్ అయన్‌తో కలసి ఏర్పడిన ఇటికరంగుగల అవక్షేపమూలమున విశద మగును. ఇందలి అద్భుతదృశ్యమేమనగా, ఈ అవక్షేపము, సిల్వర్ నైట్రేట్ నుంచిన స్థలమును కేంద్రముగా చేసికొని సమకేంద్రవలయములుగా గాజుపలకపై అగపడును. ఈ వలయముల మధ్యఅంతరము కేంద్రమునుంచి క్రమముగా ఎక్కువగును. ఈ వలయరూప అవక్షేపణకు లీసిగాంగ్ సంఘటనఅని పేరు.

ఇట్టి వలయాకారములు ప్రకృతిలో దొరకు సిలికా యొక్క అపురరూపమైన అగిట్‌నందు మనకు తార సిల్లును. నెమిలికన్నుయొక్క వలయాకార వర్ణవిన్యాస మునకుకూడ ఈ లీసిగాంగ్ అవక్షేపణ సంఘటనయే కారణము. (చూ. ఫలకము.)    మే. వ. న.

**కోపర్నికస్, నికలస్ (1473-1543):** పోలండ్ దేశపు ఖగోళ విజ్ఞాని, సూర్యునిచుట్టూ భూమి, ఇతర గ్రహములు భ్రమించుచున్నవని మొదట ఈయనయే ప్రతిపాదించెను. భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష (పు. 16)లో ఈ ప్రతిపాదనను గూర్చి విపులముగా వివరించబడనది.    * * *

**కోబాల్ట్ :** పరమాణ్వంకము 27 ; సంకేతము Co ; పరమాణుభారము 58·94 ద్రవాంకము 1495°C విశిష్ట

గురుత్వము 8.9. భూమిలో చాల విరివిగా దొరకును కాని, ఇది ఇనుము, రాగి, నికెల్, మరికొన్ని ఇతర ధాతువులతో కలిసియుండును. ధాతుఖనిజములు ఆర్సెనైడ్‌లుగాగాని, సల్ఫైడ్‌లుగాగాని లభించును. స్మాల్‌టైట్ [కోబాల్ట్ ఆర్సెనైడ్ ($CoAs_2$)], కోబాల్టైట్ [కోబాల్ట్ ఆర్సెనైడ్ సల్ఫైడ్ ($CoAsS$)] అనునవి ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన ముడి ఖనిజములు,

ధాతుసాధన : ఖనిజములు గాలిలో కాల్చినచో అందలి ఆర్సెనిక్ (పాషాణము) ఆవిరిరూపముగా పైకిపోవును. మిగిలినదానిని గాలికొలిమిలో ఇసుకతోను, సున్నపురాయితోను కలిపి కరగింతురు. కరగించగా వచ్చినద్రవ్యమును నీటిలోవేసి సారమును గ్రహింతురు. నీడలోకరుగనిభాగము వెండిని సాధించుటకు ఉపయోగపడును. నీటిలో కరగిన భాగమందు కోబాల్ట్, నికెల్, రాగి, కలిసియుండును. ఈ ద్రావణమునందు ఇనుపరేకులుంచినచో వాటిపై రాగి వేరగును. మిగిలియున్న ద్రావణమునకు సోడాక్షారమును కలిపినచో నికెల్ కోబాల్ట్ హైడ్రాక్సైడ్‌లు అవక్షేపముగా దిగును. ఈ అవక్షేపమును విడతీసి వేడిచేసినచో నీరుపోయి ఆక్సైడ్‌లు మిగులును. ఆక్సైడ్‌లను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించి వచ్చినద్రావణమునకు సీమసున్నమును చేర్చినప్పుడు అనవసరమగు ఇనుము, సిలికన్ మొదలగు ద్రవ్యములు వేరగును. తేరినద్రావణమునకు బ్లీచింగ్ చూర్ణమును కలిపినచో అందున్న కోబాల్ట్ అంతయు ఆక్సైడ్‌గా క్రిందికి అవక్షేపించును. ఈ ఆక్సైడ్‌నుంచి 'గోల్డ్‌స్మిట్ అల్యూమినా తెర్మీవిధానము' న ధాతువును పడయవచ్చును. లేదా విద్యుద్విధానమునగాని, హైడ్రోజన్‌చే ఆక్సీహరించిగాని ధాతువును తయారుచేయుదురు.

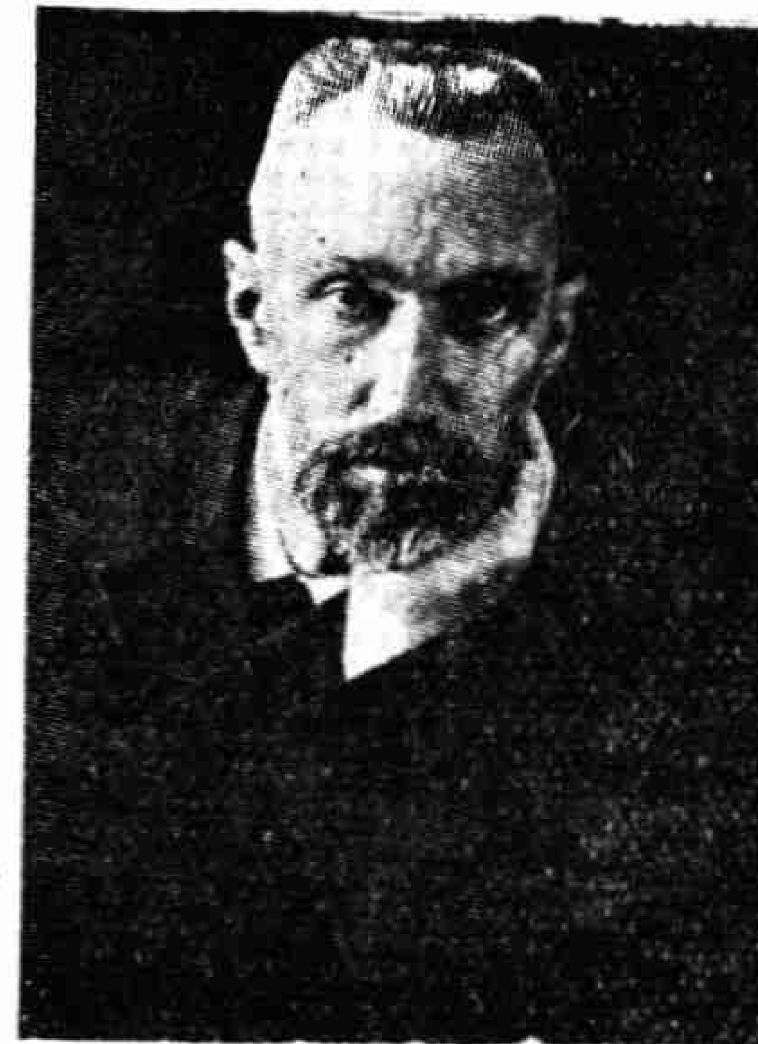
ధర్మములు : కొంచెమెరుపుజీరగలిగిన తెల్లని ధాతువు. దీనిని రేకులుగా కొట్టవచ్చును; లేక తీగలుగా లాగవచ్చును. అతిస్వల్పమగు అయస్కాంత ధర్మముకలిగిన ధాతువు,గాలికి సామాన్యతాపక్రమమువద్ద మార్పుచెందదు.

ఉపయోగములు : పూతధాతువుగాను కఠినమైన ఉక్కు ఉపకరణములు తయారుచేయుటకు కోబాల్ట్‌ను ఉపయోగింతురు. కోక్రోమ్, (కోబాల్ట్ - క్రోమియమ్ మిశ్రమము) నిక్రోమ్ ధాతుమిశ్రమువలె నుపయోగపడును. (చూ. క్రోమియమ్). దీనియౌగికములగు ఆక్సైడ్‌లను సిలికేట్‌లతో కలిపి ఊదారంగుగాజు, పింగాణీ చేయుటకు ఉపయోగింతురు. అకర్బనామ్లములవలన వ్యుత్పన్నమగు కోబాల్ట్ లవణములు పూతరంగులు, వార్నీషులు త్వరితముగా నారునట్లు చేయుటకు ఉపయోగపడును.

యౌగికములు : కోబాల్ట్ నాలుగురకములఆక్సైడ్‌లనిచ్చును. అందులో ముఖ్యమైనవి కోబాల్టస్ (యోజనీయత = 2). కోబాల్టిక్ (యోజనీయత = 3) ఆక్సైడ్‌లు; ఇవి లవణాధారములు. వీటినుండి క్రమముగా కోబాల్టస్, కోబాల్టిక్ లవణములు ఏర్పడును. కోబాల్టస్‌లవణములు అన్నియు లేత ఎరుపురంగు కలవి. నిర్జలస్థితిలో వీటిరంగు నీలము. ఈ లవణములయొక్క ఈ గుణము కాగితము వెచ్చచేసినగాని బహిరంగముకాని రహస్య లేఖలను వ్రాయుటకు ఉపయోగించును. ఎరుపురంగు లవణమును నీటిలో కరగించి ఈ ద్రావణముతో కాగితముమీద వ్రాసినచో అక్షరములకు రంగేమియు కానరాదు. కాగితమును నిప్పుమీద వేడిచేసిన లవణములు నిర్జలమై అక్షరములు నీలముగా అగుపడును. ఇదిగాక క్లిష్టరచనగల అనేక యౌగికములను కోబాల్ట్ ఇచ్చును. అందులో ముఖ్యమైనవి కోబాల్ట్ ఎమీన్‌లు,సైనైడ్‌లు, నైట్రేట్‌లు మొదలగునవి చాల మెండుగా ఉన్నవి. (చూ. అణురచన; పు. 136) ఎన్. బి. వి. కె. రావ్.

**క్యూరియమ్ :** యురేనియమ్ తరువాత మూలద్రవ్యము. ఇది ఆక్టినైడ్ శ్రేణికి చెందినది. పరమాణ్వాంకము 96; సంకేతము Cm; పరమాణుభారము 247 (స్థూలరాశి). ఇది ప్రకృతిలో లభించదు. 1944 లో జి. టి. సీబార్గ్, ఆర్. ఎ. జేమ్స్, ఎ. ఘియోర్‌సో ప్రభృతులు క్యురియమ్‌ను కృత్రిమముగా రూపొందించిరి. * * *

**క్యూరీ, పియరీ** (1859 - 1906) : ఫ్రెంచ్ భౌతిక విజ్ఞాని; ప్యారిస్‌లో విద్యనభ్యసించి, ఆ నగరమునందే సార్బోన్ యూనివర్సిటీ ఆచార్యపదవిని అధిష్ఠించెను. తన భార్యఅయిన మేరి యాక్యూరీ సహాయముతో కావించిన పొలోనియమ్, రేడియమ్ ఆవిష్కరణలేకాకుండ ప్రేషవిద్యుత్తు (పీజో ఎలక్ట్రిసిటీ)ను గురించియు, ద్రావణముల నుండి స్ఫటికముల పెరుగుదలను గురించియు పరిశోధనలు కావించెను. అన్ని ద్రవ్యములును ఒక నిర్దిష్టతాపక్రమము వద్ద తమ అయస్కాంత ధర్మములయందు మార్పును చూపునని కనుగొనెను. ఈతాపక్రమమునకు 'క్యూరీబిందువు' అని పేరు. 1903 లో ఈయన నోబెల్ బహుమానము


పియరీక్యూరీ

నందుకొనెను. క్యూరీ 1906 లో కారు ప్రమాదములో మరణించెను. కె. ఎస్. ల.

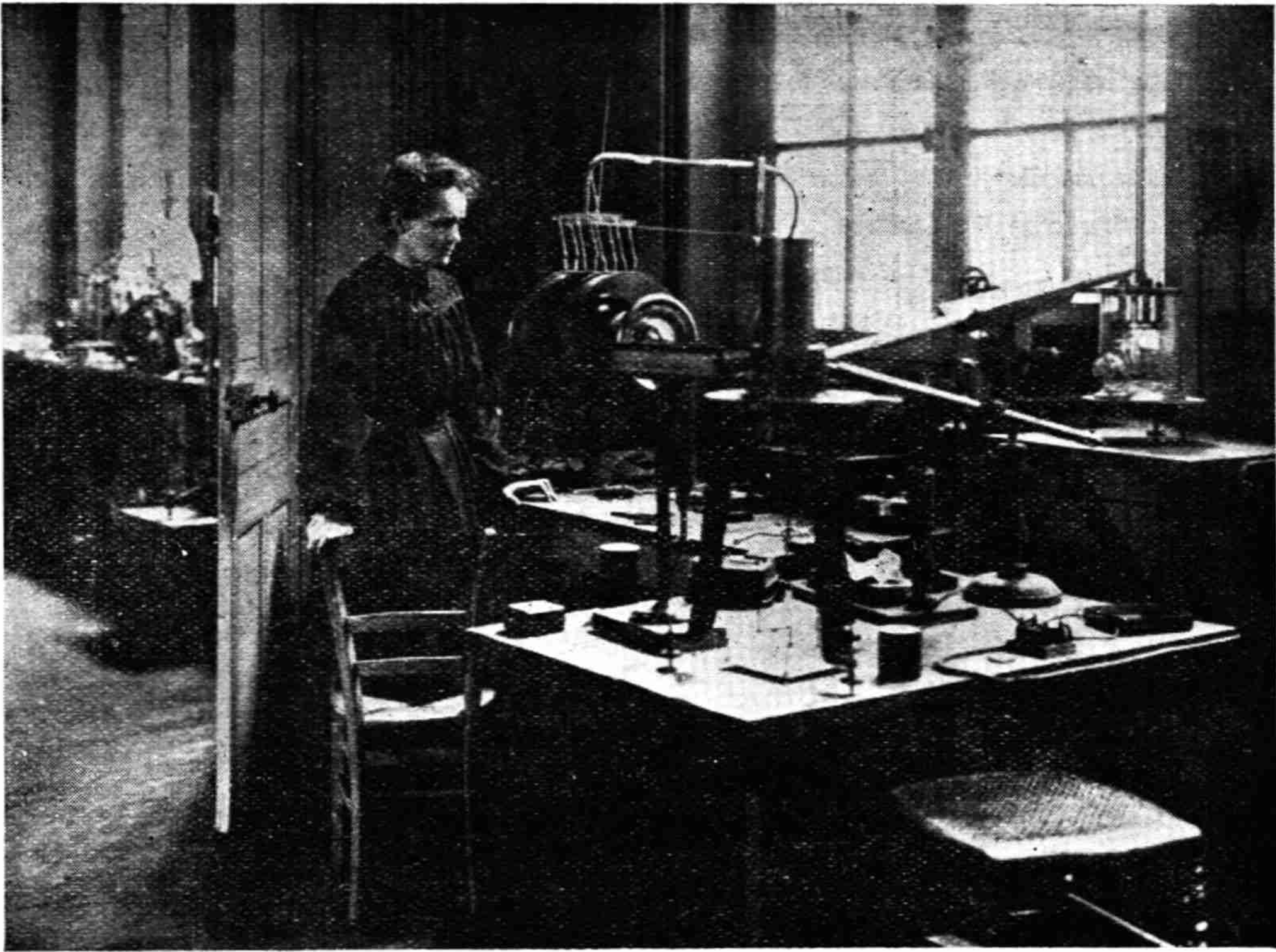
క్యూరీ, మేరియా స్క్లోడొవ్‌స్కా (1867 - 1934): పియరీక్యూరీకి మొదట శోధనాగార సహాయకురాలును, తరువాత అతని ధర్మపత్నియు అయిన మేరియాక్యూరీ పోలెండ్ దేశమున జన్మించినది. ప్యారిస్‌లో విద్యనభ్యసించి, పియరీ శోధనాగారమందు అతనితోకూడ పొలోనియమ్, రేడియమ్ అను రేడియోధార్మిక ధాతువులను ఆవిష్కరించి ప్రఖ్యాతిని కాంచినది. ఒక గ్రాము రేడియమ్‌తో సమతులిత స్థితిలోనున్న రేడియమ్ ఉద్గారమునకు ఒక 'క్యూరీ' అను సంకేతము ఈమె గౌరవార్థము ఉంచబడినది. తొలిని ఒకసారి 1903 లో తన భర్తతో సమానముగను, తరువాత మరియొకపరి 1911 లో ప్రత్యేకముగాను నోబెల్ బహుమానమును రెండుసారులు మేరియా క్యూరీ స్వీకరించినది. రెండుసార్లు నోబెల్ బహుమానమును సంపాదించిన ఇద్దరిలో ఈమె ఒకతె; మరొకరు లైనెస్ కార్ల్‌పాలింగ్ (1963). కె. ఎస్. ల.

క్రిప్టాన్: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 36; సంకేతము Kr; పరమాణుభారము 83.80; జడవాయువు. దీనిని ఆర్గాన్‌తో మిశ్రముచేసి ఎలక్ట్రిక్ బల్బులను నింపుదురు (చూ. జడవాయువులు). * * *

క్రియ: సాధారణముగా క్రియ అనగా 'పని' అని అర్థము. ప్రతి క్రియకును తత్సమాన పరిమాణము గలదియును, విరుద్ధదశలో పనిచేయుచున్నదియును అగు 'ప్రతిక్రియ' ఒకటి ఉండునను న్యూటన్ మూడవ గతినియమములో మనకు క్రియాశబ్దము తారసిల్లుచున్నది. ఈ అర్థమునకాక వేరొక సాంకేతికార్థములో కూడ 'క్రియ' అను పదము వాడుకలో ఉన్నది. కొన్ని గతిశాస్త్ర పర్యాలోచనలలో ఒక కాలావధిలో కన్పట్టు కణముల యొక్క సగటు మొత్తపుశక్తిని $E_k$ ని ద్విగుణీకరించి, దానిని ఆ కాలావధిచే గుణించగావచ్చు గుణనఫలము క్రియ అను పేర మనకు తారసిల్లును. గణితశాస్త్ర విధానమున క్రింది సమీకరణముచే క్రియను నిర్వచించవచ్చును:

$$S = 2\int_{t_o}^{t} E_k\,dt$$

ఇచ్చట $E_k$ గతిశక్తి, $t_o$, $t$ లు కాలావధి యొక్క ఆరంభావసానములు. సెంటీమీటరు గ్రాము సెకను పద్ధతిలో



మేరియా క్యూరీ

క్రియాంకమునకు - అర్గ్ సెకను అని పేరు. ప్లాంక్ స్థిరాంక మగు h, ప్రాథమిక క్రియైకాంకమునకు సాధారణ సంకేతము. మే. ప. స.

**క్రియాలాఘవ సూత్రము :** త్రాళ్లుకట్టిన ఒక కర్ర బల్లపై బరువైన వస్తువులనుంచి, దానిని లాగుటవలన ఆ వస్తువులను స్థలాంతరమునకు తీసికొనిపోవచ్చును కదా. కాని, ఈ పద్ధతియందు శ్రమ ఎక్కువ. ఆ బల్లకే క్రిందను రెండు చక్రముల నమర్చిన బరువు నెంత సునాయాసముగా కదల్చ వీలగునో ప్రతి వానికిని తెలిసినవిషయమే. మొదటి పద్ధతియందు క్రియాగౌరవము కన్పట్టుచున్నది. రెండవ దానియందు క్రియాలాఘవము రాణించుచున్నది. ఇట్లే ఏదేని ఒకక్రియను నిర్వహించుటయందు ఒకడు చాల భుజ బలమును ఉపయోగించి శ్రమించును; మరియొకడు తన బుద్ధిచాతుర్యమును ఉపయోగించి విక్రమించును. తెలివి గలవాడు ఎవ్వడును క్రియాగౌరవమువంక పోడు. సృష్టి సృజించిన ప్రకృతియొక్క ప్రతిభా చాతుర్యమును అంద రును ఒప్పుకొనవలసినదే కదా. ఏ సంఘటనయం దైనను ప్రకృతి క్రియాలాఘవ మార్గమును అనుసరించి ఫలమును దక్కించుకొనును. గోళ్ళచీరునది గొడ్డళ్ళ చీరుట అను నది ప్రకృతి వ్యాపారమే కాదు. ప్రకృతి తన కార్యము లను ఎంత కనిష్ఠప్రయత్నముతో నిర్వహించగలదో అను విషయమును తెలియచేయుటకు ఒక దృష్టాంతమును పరికింతము. తేమనేలల రాత్రి మెరయు మెరుగుడుపురుగు బయటపెట్టు కాంతి ప్రకృతి చిత్రములలో మహత్తర మైనది. ఆ కాంతికి వేడిసుమంతయైన లేదు. కృత్రిమముగా మనుజుడు అంత కాంతిని జనింపచేయవలెనన్న అధికశక్తిని వినియోగించి ఏదేని వస్తువును కొన్నివందలడిగ్రీ (సెంటీ గ్రేడ్)ల వరకు వేడెక్కించవలెను. ఇట్లు వేడెక్కించిన తీగలే విద్యుద్దీపములు. కాంతిని పుట్టించుటకు మనుజుడు ఉపయోగించు ప్రయత్న పరికరముల హడావిడి లేకుండ గనే ప్రకృతి మిణుగురుపురుగు శరీరపృష్ఠభాగమున, సాధారణ తాపక్రమమువద్ద వేడిలేని కాంతిని జనింప చేయుచున్నది. అంటే తీక్ష్ణమగు వెలుతురును వేడి ఆవశ్యకతలేకుండ ఉద్భవింపజేయుట మానవుడు ఇంకను నేర్వలేదు. ఇదియే ప్రకృతి కనపర్చు క్రియాలాఘవము. ఏ పనియం దైనను ప్రకృతి లాఘవమార్గములనే వెదకును. ఈ విషయమును తొలిసారి 'మాపర్టియస్' భౌతికసిద్ధాంత మందు ఒక భాగమైన గతిశాస్త్రమున కన్వయింపచేసెను. ఈ విషయమునకు ఆయన కనిష్ఠక్రియాతత్త్వ మని పేరిడెను. ఈ నియమమును ఆయన శాస్త్రయుక్తులచే సాధించలేదు. భగవంతుని అనంతాద్భుతశక్తులను మననముచేసి నియమ మును ఉద్ఘాటించెను. తరువాతివాడగు ఆయిలర్ దీని ఆధ్యాత్మికాంశముజోలికిపోక గతిశాస్త్రమందలి ప్రధాన నియమముగా ప్రతిపాదించెను. ఈ తత్త్వము ఆధారముగ గొని పెర్మేట్ అను భౌతికశాస్త్రవేత్త పరావర్తన, వక్రీ భవన ప్రక్రియల యందు కాంతి స్వీకరించు మార్గము అది కనిష్ఠకాల వ్యవధిలో లంఘించగలిగి నట్లుండునని నిరూ పించెను. ఈ తత్త్వము క్రింది విధమున చెప్పవచ్చును.

చలనములో నున్న వస్తువ్యూహమేదియైన దాని మొత్తపు శక్తిలో మార్పులేకుండ ఒక స్థితినుండి వేరొక స్థితికి తనంతటతనే మారునపుడు ఆ మార్పు యందు ప్రసక్తమైయుండు క్రియ కనిష్ఠముగా ఉండును. కొంచెము క్లిష్టమైనను దీనినే గణితశాస్త్రరీతిని ఈ విధముగా సంగ్ర హించవచ్చును. ఆ వ్యూహమందున్న ప్రతిద్రవ్యకణపు గతిభారపు రేఖాచయనము (లైన్‌ఇంటెగ్రల్) ను అల్పిష్ఠమే. మే వ. స.

**క్రొవ్వులు, నూనెలు :** మొక్కలు, వాటి గింజల నుండి లభించునవి నూనెలు; జంతువుల నుండి లభించునవి క్రొవ్వులు. నూనెలు సామాన్య శీతోష్ణస్థితిలో ద్రవములు గను క్రొవ్వులు ఘనములుగను ఉండును.

గింజ నూనెలు మూడు విధములు :

1. గాలిలో మార్పు చెందనని–నువ్వుల నూనె, కొబ్బరినూనె. 2. ఆరెడి నూనెలు : గాలిలోని ఆక్సిజన్‌ని పీల్చి గట్టిపడును–అవిసె నూనె; 3. పై రెండిటికి భిన్నములు – పొగాకు గింజల నూనె, సోయాబీను నూనె.

జంతువులనుండి లభ్యమగు క్రొవ్వులలో కాడ్‌లివర్, షార్క్‌లివర్ నుండి లభించునవి, గొడ్డుక్రొవ్వు, పంది క్రొవ్వు, వెన్న, నెయ్యి గట్టిగా ఉండును. రాసాయనిక ముగ ఇవి అన్నియు కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌ల గ్లిసరీన్ ఎస్టర్‌లు. ఇందు సాధారణముగ సంభవించు అమ్లములు (వీటికి మజ్జామ్లములని పేరు) పామిటిక్, స్టియరిక్, ఒలీయిక్, రిసినోలీయర్, అరకిడిక్ మొదలైనవి.

నూనెలను ఉపయోగించు పరిశ్రమలలో ముఖ్యమైనవి : 1. వనస్పతి, రిఫైండ్‌నూనె, 2. గ్లిసరీన్, 3 వార్నీషులు, పెయింట్లు, 4. సబ్బులు, 5. మరకందెన నూనెలు.

క్రొవ్వులు ఆహారద్రవ్యములుగ చాల శరీరపుష్టికర ము:లు - నేయి, తౌలో మొదలైనవి. మే. వ. స.

**క్రోమియమ్ :** పరమాణ్వంకము 24; సంకేతను Cr; పరమాణుభారము 52·01. విలీనామ్లములలో క్రోమియమ్ ఇనుమువంటి గట్టి ధాతువు. క్రోమియమ్ శబ్దము (క్రోమోస్ = రంగు అను అర్థముగల) లాటిన్ శబ్దము నుండి నిష్పన్నమైనది. ఈ ధాతువు యొక్క యౌగికములు

సాధారణముగా రంగుగల ద్రవ్యములగుటచే ఈ ధాతువునకు ఈ పేరు వచ్చినది. దీనిని మొదట క్రోక్విసైట్ అను ఖనిజములో కనుగొనిన వాడు వోక్లాన్ (1798) అను ఫ్రెంచ్ దేశీయుడు.

వ్యాప్తి: ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్యమైన ఖనిజము క్రోమైట్ లేక క్రోమ్‌ఐరన్‌ఓర్. ఇది ఐరన్‌ఆక్సైడ్‌తో కలిసిన క్రోమియమ్‌ఆక్సైడ్ ($FeO, Cr_2O_3$). ఆఫ్రికాయందలి రొడీషియా, యునైటెడ్‌స్టేట్స్, ఇండియా, ఈ ఖనిజము ముఖ్యముగా దొరకుచోట్లు. ఇదిగాక క్రోక్విసైట్ అనగా లెడ్‌క్రోమేట్ మొదలగు అముఖ్యములగు ఖనిజములు కూడ కలవు. పచ్చయొక్క పచ్చనిరంగు, కెంపు ఎరుపు క్రోమియమ్ అతిసూక్ష్మభాగముండుటచే ఏర్పడినవి.

ఖనిజము నుండి ధాతువును గోల్డ్‌స్మిట్ ప్రక్రియచే సాధించవచ్చును. క్రోమిక్‌ఆసిడ్‌తో కలిపిన క్రోమిక్ సల్ఫేట్‌లవణము నుండి విద్యుత్‌నిక్షేప విధానమున కూడ ఈ ధాతువును పడయవచ్చును. తక్కినధాతువులపై క్రోమియమ్‌ను పూయుటకిదియే విధానము. ఉక్కును తయారుచేయుట కుపయుక్తమైన ఫెర్రోక్రోమ్ ధాతుమిశ్రములు క్రోమైట్ ఖనిజమును బొగ్గుతో ఆక్సిహరించిన లభ్యమగును.

ధర్మములు: క్రోమియమ్ కొంచెము నీలివర్ణముగల కఠినమైనధాతువు; బాగుగా మెరుగుపెట్టవచ్చును; గాలికి గాని, తేమకుగాని కగ్గదు. మెల్లగా కరగి క్రోమస్‌యౌగికములు ఏర్పడును. ఈ యౌగికములు సాధారణముగా నీలముగా నుండును. గాఢనైట్రిక్‌ఆసిడ్‌లో కొంచెముసేపు ఉంచిన ఈ ధాతువు జడమై మరి విలీనామ్లములలో మార్పును చెందదు.

ఉపయోగములు: ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్యోపయోగము వివిధావసరములకు వలయు ఉక్కుజాతులను తయారుచేయుట. మనమిప్పుడు సాధారణముగా గృహపాత్రలకు వాడుకచేయు స్టెయిన్‌లెస్‌స్టీల్ (కగ్గనిఉక్కు) 84% ఇనుము, 14% క్రోమియమ్, 1% నికెల్ కలిగి ఉండును. 1%-1.5% బొగ్గు; 2.5%-4% క్రోమియమ్, తక్కినది ఇనుము కల ఉక్కు తొరపటముచే రంధ్రముపడనంత కఠినముగా నుండును. అందుచే నీ ధాతుమిశ్రమును దొంగలకు ఛేదించనలవిగాని ఇనుపపెట్టెలను, రైల్వే కప్లింగ్‌లను తయారుచేయుటకు ఉపయోగింతురు. క్రోమియమ్, వెనేడియమ్ మిశ్రితమైన ఉక్కు చాల గట్టిగను, దృఢముగను ఉండును. ఈ ధాతుమిశ్రము యంత్రముల దంతచక్రములకు, ఇరుసులకు, స్ప్రింగ్‌లకు, బండ్ల చక్రములకు వాడుకలో నున్నది. క్రోమియమ్, నికెల్‌తో చేరిన ఉక్కుజాతులు పడవలకు, టాంకులకు అంగత్రాణఫలకములుగా వాడుదురు. క్రోమియమ్ టంగ్‌స్టన్ మిశ్రములైన ఉక్కులు లేత్ మీద పనిచేయు పనిముట్లకుగా ఉపయోగింతురు. లేత్ ఎంతవడిగా తిరిగినను ఈ ఉక్కుపనిముట్లు వేడెక్కి అంచులు ఎర్రగా కాలినను వాటి పదునును కోలుపోవు. ఇట్టి ఉక్కులకు హైస్పీడ్‌టూల్‌స్టీల్ (ద్రుతగతి సాధనాయసము లేదా తీక్ష్ణాయసము) అని పేరు. 11.25% క్రోమియమ్, 50%-70% నికెల్, తక్కినది ఇనుము కల ధాతుమిశ్రమునకు నిక్రోమ్ అని పేరు. అత్యధికతాపక్రమమువద్ద కూడ కగ్గని ధాతుమిశ్రమగుటచే దీనిని ఎలక్ట్రిక్ కొలుముల తీగచుట్టలకు వాడుదురు.

క్రోమియమ్, కోబాల్ట్, టంగ్‌స్టన్ ధాతువుల మిశ్రమునకు స్టెల్లైట్ అని పేరు. దీనిని శస్త్రచికిత్సయందు ఉపయోగించు కత్తులు, కత్తెరలు మొదలగు పనిముట్లకును, మోటారుకారు భాగములకును వాడుదురు.

ఏ రాసాయనిక ప్రక్రియలకును సాధారణముగా లొంగనిదగుటచేతను, మంచి మెరుగును తీసికొనగలిగిన దగుటచేతను ఈ ధాతువును సులభముగా మార్పునుచెందు ధాతువులు చెడకుండుటకు పై పూతగా ఉపయోగింతురు.

యౌగికములు: లవణాధారములగు ముఖ్యమైన క్రోమియమ్‌ఆక్సైడ్‌లు రెండున్నవి. క్రోమస్‌ఆక్సైడ్ (యోజనీయత = 2), క్రోమిక్ ఆక్సైడ్ (యోజనీయత = 3); ఆమ్లగుణముకల ఇంకొక క్రోమియమ్ ఆక్సైడ్ కలదు. అది క్రోమియమ్‌ట్రైఆక్సైడ్

యోజనీయత = 6 $CrO_3$ లేదా $$Cr\begin{matrix}=O\\=O\\=O\end{matrix}$$

క్రోమస్‌ఆక్సైడ్ బలమైన లవణాధార ధర్మములు కలది. దీనినుండి క్రోమస్‌లవణములు ఏర్పడును. ఈ లవణములు సాధారణముగా నీలిరంగు కలవి; బలమైన ఆక్సిహరములు. ఈ ఆక్సిహరణప్రక్రియలో ఈ లవణములు క్రోమిక్ లవణములుగా ఆక్సీకరించబడును.

క్రోమిక్‌ఆక్సైడ్ అంతబలమైన లవణాధారముకాదు. దీనినుండి క్రోమిక్ లవణములు ఏర్పడును. ఈ లవణములు సులభముగా జలముచే విశ్లేషించబడును. వాటిని ఆక్సీకరించుటయు ఆక్సిహరించుటయు కూడ కష్టమే. ఈ ఆక్సైడ్ ప్రచురముగా లవణాధారములగు ఇతర ధాతువుల ఆక్సైడ్‌లతో సంయోగించి కృత్రిమ మణులవంటి ఖనిజములు ఏర్పడును. ఈ ఖనిజములకు క్రోమైట్‌లని వర్గనామము. క్రోమిక్ ఆక్సైడ్‌రంగు చక్కటి ఆకుపచ్చయగుటచే దీనిని పూత

రంగుగా ఉపయోగింతురు. క్రోమియమ్‌సల్ఫేట్ ఆల్కలి ధాతుసల్ఫేట్‌లతో సంయోగించి పటికలు అనబడు యుగ్మ లవణములు ఏర్పడును. వీటిలో క్రోమ్ ఆలమ్ అను క్రోమియమ్ పొటాసియమ్ సల్ఫేట్‌ను ఛాయాచిత్ర కళయందు ఉపయోగించుదురు.

క్రోమియమ్‌ట్రైఆక్సైడ్ ఆమ్లధర్మములు కలది. ఇది నీటితో అనేక నిష్పత్తులలో కలసి వివిధామ్లములను ఇచ్చును. ఈ ఆమ్లముల నుండి లవణములను కూడ పడయ వచ్చును :

| ఆమ్లములు | లవణములు |
|---|---|
| క్రోమిక్ ఆసిడ్ <br> $H_2CrO_4 = H_2O + CrO_3$ | క్రోమేట్‌లు <br> పొటాసియమ్ క్రోమేట్ ($K_2CrO_4$) <br> బేరియమ్‌క్రోమేట్ ($BaCrO_4$) |
| డైక్రోమిక్ ఆసిడ్ <br> $H_2Cr_2O_7 = H_2O + 2CrO_3$ | పొటాసియమ్‌డైక్రోమేట్ ($K_2Cr_2O_7$) |
| ట్రైక్రోమిక్ ఆసిడ్ <br> $H_2Cr_3O_{10} = H_2O + 3CrO_3$ | మొదలైనవి |

పొటాసియమ్‌క్రోమేట్ ($K_2CrO_4$) : క్రోమియమ్‌ట్రైఆక్సైడ్, క్రోమిక్ ఆసిడ్, క్రోమేట్‌లు, డైక్రోమేట్‌లు ఇవన్నియు బలమైన ఆక్సీకరణులు; ఇతర ద్రవ్యములను ఆక్సీకరించుటకు వాడుదురు.

ఇనుమును ఆయతనాత్మకముగా నిర్ధారణచేయుటకు పొటాసియమ్‌డైక్రోమేట్‌ను ఉపయోగింతురు. అదిగాక తోళ్ళను పదనుచేయుటలో, బట్టల రంగులు తయారు చేయుటలో పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ విస్తారముగా అవసరము. నీటిలోకరుగని క్రోమేట్‌లు పూతరంగులు తయారుచేయుటకు పనికి వచ్చును. లెడ్‌క్రోమేట్‌తో క్రోమ్‌పసుపు రంగును, లవణాధారయుతలెడ్‌క్రోమేట్‌తో క్రోమ్‌ఎరుపు రంగును తయారుచేయుదురు (చూ. క్రోమియమ్ వర్గము). ఎస్. బి. వి. కె. రావ్.

**క్రోమియమ్‌వర్గము** : ఇందు క్రోమియమ్, మొలిబ్డినమ్, టంగ్‌స్టన్, యురేనియమ్ కలవు. ఒక్క క్రోమియమ్ తప్ప తక్కిన ధాతువులన్నియు అరుదుగా దొరకునవియే. మొలిబ్డినమ్, టంగ్‌స్టన్‌లు, ఉక్కులను తయారుచేయుటకు, టంగ్‌స్టన్ విద్యుద్దీపముల తీగలను తయారుచేయుటకు విస్తారము వాడుకలో ఉన్నను, ఈ ధాతువులతో రాసాయనికునికి క్రోమియమ్‌తో ఉన్నంత పరిచయము లేదు. ఈ ధాతువు లన్నియు సాధారణ తాపక్రమములో గాలిలో మార్పుచెందవు. కాని అత్యధికతాపక్రమములలో ఆక్సిజన్‌తోను, హేలొజన్‌లు, కార్బన్, గంధకము, బోరాన్ మొదలగువాటితోను సంయోగించును. క్రోమియమ్ నైట్రిక్ ఆసిడ్ కరగి నైట్రేట్‌లను ఇచ్చును; మొలిబ్డినమ్, టంగ్‌స్టన్‌లు $MO_3$ సాంకేతికముగల ధాతుట్రైఆక్సైడ్ లుగా ఆక్సీహరించబడును. యురేనియమ్‌యొక్క రాసాయనిక ధర్మములకన్న దాని భౌతిక రేడియో ధార్మికత లెక్కువగా పరిశీలించబడినవి. ఈ వర్గమునకు చెందిన ధాతువులన్నియు బహుళయోజనీయతను కనపర్చును. క్రోమియమ్ $Cr^2$, $Cr^3$ ; మొలిబ్డినమ్ $Mo^2$, $Mo^3$, $Mo^4$, $Mo^5$, $Mo^6$ ; టంగ్‌స్టన్ $Wo^4$, $Wo^5$, $Wo^6$ ; యురేనియమ్ $U^4$, $U^5$, $U^6$ బహుళః $U^8$. ఎక్కువ ఆక్సిజన్‌గల ధాతుఆక్సైడ్‌లు ఆసిడ్‌ఆక్సైడ్‌లుగా ఆచరించి ఇతర ధాతులవణాధారఆక్సైడ్‌లతో లవణముల నిచ్చును. ఈ ధాతువు లన్నియు క్లిష్టఅయన్‌లుగా మారగలవు. గోల్డ్ స్మిట్ విధానముచే ఈ ధాతువులను వాటి ఆక్సైడ్‌లనుండి తయారుచేయవచ్చును. (చూ. క్రోమియమ్, టంగ్‌స్టన్, మొలిబ్డినమ్, యురేనియమ్). మే. వ. న.

**క్లిష్టయౌగికములు** : చూ. యోజనీయతాభావము.

**క్లోరీన్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 17 ; సంకేతము Cl ; పరమాణుభారము 35.457 ; వాయువు ; సృష్టియందు విడిగా లభించదు. సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ మొదలగు ధాతువులతో యౌగికములుగా లభించును. సైంధవలవణము, సముద్రపు ఉప్పు రూపములలో సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌ను, జర్మనీయందలి స్టాస్‌ఫర్ట్ గనులందున్న సిల్వైన్ (పొటాసియమ్‌క్లోరైడ్) కార్నలైట్ అను ద్విలవణము ($KCl$, $MgCl_2$, $6H_2O$) ను అట్టివానికి కొన్ని ఉదాహరణములు.

రాసాయనిక పరిశోధనాలయములందు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను ఆక్సీకరణముచేయుటవలన క్లోరీన్‌ను తయారు చేయుదురు. ఆక్సీకరణమునకై మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ గాని, పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్‌నుగాని వాడుదురు. ఆధునిక యుగమునందు చౌకబారువిద్యుచ్ఛక్తి లభించును కనుకను విద్యుత్‌ప్రేరిత రాసాయనికక్రియల మూలకముగా క్లోరీన్‌ను విరివిగా తయారుచేయుచున్నారు.

ఇందు ప్రధానపదార్థముగు క్లోరీన్‌తోపాటు కాస్టిక్ సోడా, హైడ్రోజన్ అను మరిరెండు ఉపయుక్తద్రవ్యములు విరివిగా లభించును. ఈకారణమువలన పాత పద్ధతులు రెండును నామావశిష్టములైనవి.

ధర్మములు : క్లోరీన్ హరితవర్ణపువాయువు. గాలికంటె రెండున్నరరెట్లు బరువైనది. పీల్చినచో ముక్కుమందును;

కండ్లనుండి నీరుకారును. మంచుతో చల్లార్చి నాలుగురెట్లు అదిమినచో సులభముగా ద్రవమగును. నీటియందు పరిమాణమును అననుసరించి రెండురెట్లు కరగి ద్రావణమగును. సంతృప్తద్రావణమును చల్లార్చినచో సుమారు 10° (9.6°C) తాపక్రమమందు జలయుతస్ఫటికములుగా మారును. పరిశోధనాలయములందు గాలిని ఊర్ధ్వముఖముగా పైకి గెంటి పాత్రలందు దీనిని ప్రోగుచేయుదురు.

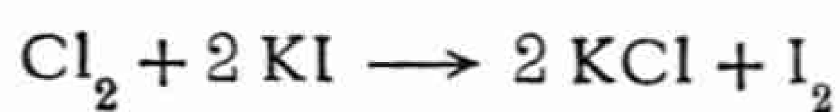
క్లోరీన్ అతిచురుకైన మూలద్రవ్యము. నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, మందములైన శూన్యసంయోగశక్తిగల అపురూప వాయువులను మినహాయించినచో తక్కిన మూలద్రవ్యము లన్నిటితోను సూటిగా క్లోరీన్ సంయోగము చెందును. గంధకము, భాస్వరము, ఆర్సెనిక్‌లతో తీక్ష్ణముగా స్ఫులింగముల వెదజిమ్ముచు జ్వలించి క్లోరైడ్‌లను ఇచ్చును. క్లోరీన్, హైడ్రోజన్ మిశ్రముపై సూర్యకాంతి పడినప్పుడు విదారణధ్వనితో అవి సంయోగముచెందును.

మూలద్రవ్యములతోనేగాక సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్, ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్ మొదలగు కొన్ని సంయుక్తద్రవ్యములతోకూడ క్లోరీన్ సంయోగము చెందును.

కర్పూర (టర్పెంటీన్) తైలమువంటి కొన్ని కార్బన్ ద్రవ్యములను క్లోరీన్‌తో కలిపినప్పుడు వాటి హైడ్రోజన్ పరమాణు స్థానములను క్లోరీన్‌పరమాణువులు ఆక్రమించుకొనుటవలన నూతన కార్బన్‌ద్రవ్యములును, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌ను ఏర్పడును. క్లోరీన్‌కు లిట్మసువంటి పెక్కురంగు ద్రవ్యములను తెలుపు చేయు శక్తి కలదు. బ్రోమైడ్, అయొడైడ్‌లలో సంయోగస్థితియందున్న బ్రోమీన్, అయిడీన్‌లను వెడలగొట్టి వాని స్థానమును ఆక్రమించుకొనును :



$$Cl_2 + 2\,KBr \longrightarrow 2\,KCl + Br_2$$



$$Cl_2 + 2\,KI \longrightarrow 2\,KCl + I_2$$

క్లోరీన్ పారిశ్రామికముగా ముఖ్యమైన ద్రవ్యములలో ఒకటి. బ్లీచింగ్ (చలువసున్నము) చూర్ణము, తయారుచేయుటకు విరివిగా వాడుచున్నారు. కాగితపు పరిశ్రమలో 'కలపగుజ్జు'ను తెలుపుచేయుటకై క్లోరీన్ ద్రవమును వాడుచున్నారు. అంతేగాక అనేక కార్బన్ యౌగికముల ఉత్పత్తిలో క్లోరీన్ ముఖ్యమైనది. కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్, క్లోరోఫార్మ్ (మత్తుమందు), ఎతిలీన్, గ్లైకాల్ అనునవి అట్టిద్రవ్యములకు ఉదాహరణములు. బెన్జీన్, నాఫ్తలీన్ అను కార్బన్ పరమాణువలయములుగల ద్రవ్యములందు క్లోరీన్‌ను ప్రవేశ పెట్టుటకై వాడుచున్నారు. అల్యూమినియము క్లోరైడ్, ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్, స్టానిక్ క్లోరైడ్‌లు ఆయాధాతువులతో క్లోరీన్ సంయోగించుటవలన తయారగును. త్రాగెడినీటిని వడియగట్టిన తరువాత అందున్న కలరా, టైఫాయిడ్ మొదలగు వ్యాధి జనకములగు సూక్ష్మజీవులను నశింపచేయుటకై క్లోరీన్‌తో శుద్ధిచేయుదురు. అంతేగాక రోగగ్రస్తుల గదులను, స్నానపుతొట్టెలను కడుగుటయందును, మురికికాల్వల వాసనను విరుచుటకును, క్రిమి నాశనమునకై క్లోరీన్‌ను మోతాదుగా వాడుట కలదు.

హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ : హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ జలద్రావణమునకు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ అని పేరు. దీనిని చాలకాలముగా ఉప్పుతో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను కలిపి వేడిచేసిన హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ తయారు చేయుదురు.

నేడు హైడ్రోజన్, క్లోరీన్ వాయువులు కాస్టిక్‌సోడా పరిశ్రమలో అప్రధానద్రవ్యములుగా విరివిగా లభించుట చేత ఈ రెండు వాయువుల సంయోగమువలన హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తయారుచేయుచున్నారు.

క్లోరోబెన్జీన్, డి. డి. టి. మొదలగు కొన్నిద్రవ్యముల పరిశ్రమలలో హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ అప్రధానద్రవ్యముగా తయారగుచున్నది.

మన ఉపయోగములకు కావలసిన హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్, క్లోరీన్ ఇండియాయందే తయారగుచున్నవి.

ధర్మములు : హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ రంగులేనివాయువు. తడిగాలితో పొగలుచిమ్మును. గాలికన్న బరువైనది. నీటిలో విరివిగా ద్రావణమగును. ఒకపాలు చల్లనిమంచు నీటిలో 525 పాళ్ళు హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ వాయువు కరుగును. బాగుగా 86 రెట్ల ఒత్తిడికి తేలికగా ద్రవమగును. మరింత చల్లార్చినపుడు తెల్లని స్ఫటికములుగా మారును. ఈ వాయుద్రావణము అతిశక్తిమంతమైన ఆమ్లము. చాలధాతువులిందుకరగి హైడ్రోజన్ నిచ్చును. స్వేదనము చేసినపుడు ఈ ద్రావణము నుండి 20.24% హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ ఉన్న ద్రావణము లభించును.

ఆక్సిజన్ ఎక్కువగానున్న పెరాక్సైడ్, పెర్మాంగనేట్, డైక్రోమేట్ యౌగికములచే హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఆక్సీకరణమొంది క్లోరీన్‌ను వెడలించును.

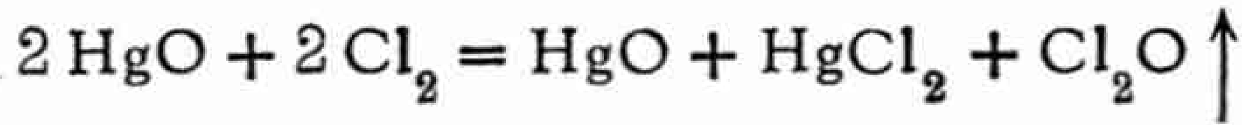
ఉపయోగములు : జింకుపూత రేకులనుండి జింకును తిరిగి సేకరించుటకు, ఇనుము మొదలగు ధాతుఫలకములను శుభ్రపరచుటకు, క్లోరైడ్‌లును తయారుచేయుటకు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ముఖ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది.

కొన్ని ధాతుక్లోరైడ్‌లు కూడ పారిశ్రామికముగా ప్రధానమైనవి కలవు.

క్లోరిన్ - ఆక్సిజన్‌యౌగికములు : క్లోరిన్ ఆక్సైడ్‌లు - క్లోరిన్ సూటిగా ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించదు.

| ఆక్సైడ్‌లు | ఆసిడ్‌లు |
|---|---|
| $Cl_2O$ క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్ | HOCl హైపోక్లోరస్ ఆసిడ్ |
| $ClO_2$ క్లోరిన్ డై ఆక్సైడ్ | $HClO_2$ క్లోరస్ ఆసిడ్ |
| $Cl_2O_7$ క్లోరిన్ హెప్టాక్సైడ్ | $HClO_3$ క్లోరిక్ ఆసిడ్ |
| | $HClO_4$ పెర్‌క్లోరిక్ ఆసిడ్ |

క్లోరిన్‌మోనాక్సైడ్ : స్వచ్ఛమైన క్లోరిన్ వాయువును అప్పుడేతయారైన పసుపువర్ణపు మర్క్యూరిక్ ఆక్సైడ్ మీదుగా ప్రసరింపచేసినచో క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్ ఏర్పడును. అప్పుడు జరిగెడు రాసాయనికక్రియను క్రింది మాదిరిగా చూపవచ్చును :



$$2HgO + 2Cl_2 = HgO + HgCl_2 + Cl_2O\uparrow$$

దీనిని మంచునీటితో బాగుగా చల్లార్చినచో నారింజ పండురంగుగల క్లోరిన్ మోనాక్సైడ్ ద్రవము లభించును. అది 2°C వేడితో సలసల మరుగుచూ వాయువుగా మారును. అది సులువుగా విచ్ఛిన్నమై క్లోరిన్ ఆక్సిజన్‌ల నిచ్చును. నీటిలో దానిని కరగించినపుడు హైపోక్లోరస్‌ఆసిడ్ ద్రావణము ఏర్పడును : $Cl_2O + H_2O \longrightarrow 2HOCl$

హైపోక్లోరస్ ఆసిడ్ (HOCl): స్వచ్ఛమైన ఆమ్లము ఇంతవరకు తయారుకాలేదు. ఇది బలహీనమైన ఏక పదామ్లము ; స్థిరత్వము లేనిది. సులభముగా విచ్ఛిన్నమై ఆక్సిజన్ ఇచ్చును. అందువలన శక్తిమంతమైన ఆక్సీకరణ ద్రవ్యముగా పనిచేయును. నీటిలో క్లోరిన్ ద్రావణమగునపుడు హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌తోపాటు ఈ ఆమ్లముకూడ లభించును : $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HOCl$

పై సమీకరణము ప్రకారము ఈ ప్రక్రియ పరివర్తనీయము ; అనగా హైడ్రోక్లోరిక్, హైపోక్లోరస్ ఆసిడ్ పరస్పరము ప్రతికరించి తిరిగి క్లోరిన్, జలము ఏర్పడును.

హైపోక్లోరైట్‌లు : హైపోక్లోరస్ ఆసిడ్‌యొక్క లవణములకు హైపోక్లోరైట్ లని పేరు.

క్లోరిన్‌వాయువు చల్లని సున్నపునీళ్ళలో ప్రవేశించినపుడు కాల్సియమ్‌హైపోక్లోరైట్‌ద్రావణము ఏర్పడును.

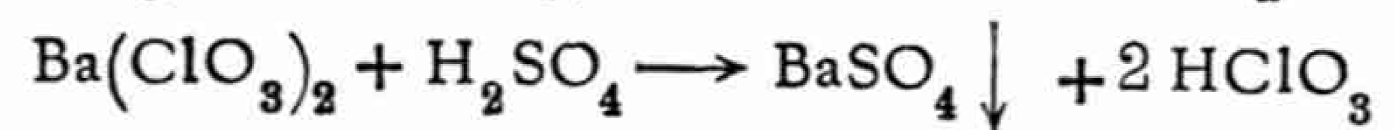
హైపోక్లోరైట్‌లు వాటి మాతృకామ్లముకన్న స్థిరమైనవి. అందువలన వాటిని తయారుచేసి వలయునప్పుడు వాడుదురు. వానిని ఆమ్లములతో కలిపినప్పుడు సులభముగా ఆక్సిజన్ ఏర్పడును. అట్లు లభించిన ఆక్సిజన్ సూక్ష్మక్రిమిహరముగాను, విరంజకముగాను పనిచేయును. అందువలన కొన్ని హైపోక్లోరైట్‌లను, క్రిమిహరద్రవ్యములుగాను, విరంజకములుగాను వాడుచున్నారు.

చలువచూర్ణము ($CaOCl_2$) : పొడిసున్నములో క్లోరిన్ వాయువును ప్రవేశపెట్టినచో చలువచూర్ణము తయారగును. బ్లీచింగ్‌చూర్ణముయొక్క రాసాయనిక సంఘటన బ్లీచింగ్‌చూర్ణము విషయమై బయలువెడలిన సూచనలలో, దానికి $Ca{<}^{Cl}_{OCl}$ అను సాంకేతికమును కల్పించుచు ఒెన్నెంటు అను రాసాయనికుడు చేసిన సూచన, ఆ చూర్ణముయొక్క గుణముల నన్నిటిని వివరించగలుగుచున్నది.

బజారుయందున్న చలువచూర్ణము క్లోరిన్ వాసనకొట్టుచుండును ; సామాన్యముగా 30% - 35% క్లోరిన్ కలిగి ఉండును. హైపోక్లోరైట్‌వలె ఇది ఆక్సీకరణమునకును, తెలుపుచేయుటకును ఉపయోగపడుచున్నది.

హైపోక్లోరస్‌ఆసిడ్‌నుండి లభించిన పరమాణుస్థితిలో నున్న చురుకైన (సద్యోజాతమైన) ఆక్సిజన్, కార్బన్ యౌగికముల రంగులను ఆక్సీకరించి వానిని తెల్లటిద్రవములుగా మార్చును.

క్లోరిక్‌ఆసిడ్, క్లోరేట్ : బేరియమ్ క్లోరేట్‌పై విలీన సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తో క్లోరిక్‌ఆసిడ్‌ను సాధించవచ్చును :



$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2HClO_3$$

ఈ ప్రక్రియలో బేరియమ్‌సల్ఫేట్ అవక్షేపముగా క్రిందికి దిగి, క్లోరిక్‌ఆసిడ్ ద్రావణములో ఉండును. ఈ విలీన ద్రావణమును గాలిచొరనిపాత్రలో సాంద్రగంధకద్రావకావరణములో ఇగురబెట్టినచో 30% - 40% క్లోరిక్‌ఆసిడ్ ద్రావణము లభించును. ఇంతకన్న సాంద్రీకరించుటకు ప్రయత్నించినపుడు ఆమ్లము విచ్ఛిన్నమగును. క్లోరిక్‌ఆసిడ్ రంగులేని ద్రవ్యము. ఘాటైనవాసనకలిగి అతిసులువుగా ప్రేలి మండి విచ్ఛిన్నమగును. అది శక్తిమంతమైన ఆక్సీకరణద్రవ్యము. క్లోరిక్‌ఆసిడ్ జన్యములగు లవణములకు క్లోరేట్‌లని పేరు. అవి అత్యంత శక్తిమంతములగు ఆక్సీకరణద్రవ్యము లగుటవలన ఆధునికయుద్ధసాధనములలో విదారక ద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు అవసరమగుటచే పరిశ్రమలయందు ప్రాముఖ్యము వహించినవి. విరివిగా క్లోరేట్‌లను విద్యుద్రాసాయనిక క్రియవలన తయారుచేయుదురు. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమునందు విద్యుత్‌ప్రసారము జరిగినపుడు పొటాసియమ్ క్లోరేట్ ధనధ్రువమువద్ద అవక్షేపముగా లభించును.

ఉపయోగములు : అగ్గిపుల్లలు తయారు చేయుటయందును, బాణసంచాలలోను, మారణపరికరములందును క్లోరేట్‌లు ఉపయోగపడుచున్నవి. సోడియమ్ క్లోరేట్‌ను నీటిలో నాచు పెరుగకుండా మోతాదుగా వాడుచున్నారు.

పొటాసియమ్ క్లోరేట్ విలీన ద్రావణము నోటిపూతను ఉపశమింపచేయును.

**పెర్‌క్లోరిక్ ఆసిడ్, పెర్‌క్లోరేట్‌లు :** పొటాసియమ్‌క్లోరేట్ లవణమును దానియందున్న ఆక్సిజన్‌లో ఐదవవంతు పెరికిపోవువరకు వేడిచేసినచో పొటాసియమ్ పెర్‌క్లోరేట్, పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ఏర్పడును :



$$10\ KClO_3 \longrightarrow 6\ KClO_4 + 4\ KCl + 3\ O_2 \uparrow$$

**పెర్‌క్లోరిక్ ఆసిడ్ :** పొటాసియమ్ పెర్‌క్లోరేట్‌తో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిసినప్పుడు పెర్‌క్లోరిక్ ఆసిడ్ లభించును. ఈ మిశ్రమమును తక్కువ ఒత్తిడిలో స్వేదనము చేసినచో తెల్లని స్ఫటికములు ఏర్పడును. అవి $HClO_4,H_2O$. తిరిగి వీనిని వేడిచే కరగించినచో నీరిగిరిపోయి నూనెవంటి ద్రవపదార్థము లభించును ; అది $HClO_4$. ఈ ఆమ్లము గాలిలో పొగలుచిమ్ముచు నీటిలో సులువుగా కరగును ; చాలశక్తిమంతమైన ఆక్సీకరణద్రవ్యము ; తక్కిన క్లోరీన్, ఆక్సిజన్‌ని యౌగికములకన్న స్థిరమైనద్రవ్యము. అందువలన క్లోరిక్ ఆసిడ్‌కన్న తక్కువ శక్తిమంతమైనది (చూ: అయిడీన్; ఫ్లోరిన్; బ్రోమీన్; హేలొజన్‌లు). సి. వి. రా.

**క్వథనాంకము :** చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

**క్వథనాంకోన్నతి :** చూ. ద్రావణములు II.

**క్వాంటం సిద్ధాంతము :** తప్తఘన ద్రవ్యములు వెలిబెట్టు వికిరణమునకు తాపక్రమ వికిరణము అనిపేరు. ఇదిగాక మండుచున్న వాయువులు(ఉదా.బున్‌సెన్ దీపము) ప్రసరింపజేయు వికిరణమనునది వేరుగ గలదు. మొదటి రకపు వికిరణము అనగా కృష్ణవస్తు వికిరణము ఉత్పాదించు వర్ణమాలను గురించిన నిశిత ప్రయోగములు మొట్టమొదట లుమ్మర్, ప్రింగ్‌షైమ్ అను ఇద్దరు జర్మను విజ్ఞానులు చేసిరి. ఉచిత ప్రయోగ పరికరములను ఉపయోగించి వీరు కృష్ణవస్తు వర్ణమాలయొక్క వివిధ భాగములలో ఎంతెంత శక్తి ఉద్గతమగుచున్నది నిర్ణయించిరి.

ఈ విషయమై, బోల్‌ట్స్‌మాన్, స్టిఫాన్, రాలి, జీన్స్, వీన్ మొదలగు శాస్త్రజ్ఞులు సాధించిన సైద్ధాంతిక నిర్దేశములు కొన్ని ప్రయోగములతో సంవదించినవి ; కొన్ని తప్పినవి.

ప్రతి తరంగమునకు అందుబాటులో నుండు మొత్తపు శక్తి తాపక్రమముతో శీఘ్రముగ అనగా తాపక్రమము యొక్క చతుర్ఘాతముతో అధికమగుచున్నది. దీనికి 'స్టిఫాన్ నియమము' అని పేరు. అదిగాక గరిష్ఠశక్తి సాంద్రతను చూపు తరంగము తాపక్రమము అధికమగు కొద్ది హ్రస్వతరంగములవైపు జరుగును. రేఖాగణితము వేసిన అందు రేఖాశృంగము తాపక్రమము ఎక్కువగు కొలది స్వీకరించు స్థానచ్యుతిని సంప్రదాయ శాస్త్రము నుండి గణించనగును. ఇది ప్రయోగముచే సమర్థింపబడినది. దీనికి 'వీన్‌స్థానచ్యుతి నియమ' మని పేరు. ఆ నియమము క్రింది సమీకరణము సంగ్రహించుచున్నది :

$$\lambda_{\text{గరిష్ఠ}} \times T = \text{స్థిరాంకము} = 0{\cdot}2885 \text{ సెం.మీ. /డిగ్రీ}$$

ఇందు $\lambda$ గరిష్ఠ అనునది గరిష్ఠశక్తి సాంద్రతను గ్రహించిన తరంగ దైర్ఘ్యమును తెలియచేయును. $T$ పరమ తాపక్రమమానములో చెప్పబడినది.

వేరు వేరు తరంగముల మధ్య శక్తి ఎట్లు పంచబడినదో అను విషయమును గురించియే సంప్రదాయ శాస్త్ర సిద్ధాంతము ప్రయోగలబ్ధ భూతార్థముల నిగమించుటకు యత్నించి, విఫల ప్రయత్నమైనది.

ఇంగ్లండులో రాలి-జీన్స్ విజ్ఞానులు యత్నములు ప్రత్యవేక్షిత ప్రయోగ ఫలముల సమర్థించుటకు బదులు, గరిష్ఠ సాంద్రత గల తరంగ దైర్ఘ్యమును సూచించలేకపోయినవి సరికదా, వికిరణశక్తి విభజనము హ్రస్వతరంగములకే పరిమితమై క్రమముగా హ్రస్వతర, హ్రస్వతమ తరంగముల ముట్టి, ఇంకను తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యముగల అతినీలలోహిత మితిని దాటి ఈ వికిరకవస్తువు చల్లబడిపోవును అని నిరూపించినవి. దీనికి నవీనశాస్త్రజ్ఞులిచ్చిన పేరు అతినీలలోహిత అత్యాహితము. దీనికి విరుద్ధముగ, శక్తినిజముగ విభక్తమైయున్నను, అది అంతయు హ్రస్వతమ తరంగములకే పరిమితమై లేదనియు, దీనికి విపరీతముగ అతిహ్రస్వ, లేదా అతిదీర్ఘతరంగములకు చాల తక్కువశక్తి దక్కి మధ్యమ పరిమాణముగల తరంగముల యందు, ఆ శక్తిలో అధికతరభాగము విభక్తమైయుండుననియు ప్రయోగము చూపుచున్నది. ఈ పరిస్థితినే రేఖయందు కననగు శృంగము నిరూపించుచున్నది. ఇట్లు సంప్రదాయశాస్త్రము గ్రహించిన శక్తి సమవిభజన సూత్రము ప్రయోగ ఫలముల సమర్థనకు చాలినది కాదు. అందువలన సంపూర్ణ వివరణమును సాధించవలెనన్నచో, ఆ సూత్రమును నిరాకరించి, ఇతర కల్పన నెద్దానినైన శాస్త్రము చేపట్టవలెను. ఈ కార్యమును ప్లాంక్ తన క్వాంటం కల్పనచే సాధించెను.

ప్లాంక్ క్వాంటంభావము (అతని వికిరణ సమీకరణము) : ఈ వికిరణమునకు వస్తువునకు మధ్య జరుగు శక్తివినిమయము అవిచ్ఛిన్నరీతిని అనగా వినిమయిత శక్తికి ఒక అంతిమ మితిలేకుండ సంభవించునని శక్తివిభజన సూత్రము సూచించినది. ప్లాంక్ అట్లుగాక ద్రవ్యమునకు, వికిరణమునకు మధ్య జరుగు శక్తి వినిమయము విచ్ఛిన్నరీతిని

అనగా సోపాన క్రమమున, అనగా ఒక అత్యల్పశక్తి యూనిట్ యొక్క బహుగుణన ఫలరూపమున జరుగునని ఊహించెను. అనగా ఆతని ఊహలలో ద్రవ్యమునకు, పరమాణువునకు, విద్యుత్తునకు ఉన్న రచన వంటి రచన శక్తికి కూడ గలదు. ఈ శక్తి అంతిమ శకలమునకు ఆతడు పెట్టిన పేరు ' క్వాంటం '. క్వాంటం అనగా పరిమిత పరిమాణము గల శక్తి శకలము. దీనిని మనము ' శక్తి యూనిట్ ' అని చెప్పినను, ఇది యొక నియత, స్థిరశక్తి రాశి కాదు. దీని పరిమాణము, ప్లాంక్ ఊహాలో, వికిరణ తరంగము యొక్క స్పందన సంఖ్య లేదా పౌనఃపున్యముతో సమానుపాతిగా నుండును. ఈ ఊహను క్రింది సమీకరణ సహాయమున చెప్పనగును :

$$E = h\nu$$

ఇచ్చట E శక్తి రాశి పరిమాణము ; h సర్వసామాన్య స్థిరాంకము (ప్లాంక్ స్థిరాంకము) - దీని సంఖ్యాత్మక మూల్యము $6.5 \times 10^{-27}$ అర్గ్ సెకనులు; $\nu$ పౌనఃపున్యము.

అణువులు, పరమాణువులు, ఎలక్ట్రాన్‌లు కల ఒక వికిరక ద్రవ్యవ్యవస్థలో, భిన్న భిన్న పౌనఃపున్యములతో స్పందించు భిన్నభిన్న స్పందకములుండును. అట్టి వ్యవస్థ స్పందన పౌనఃపున్యముల పరంపరను విచూషించగలదు; విసర్జించగలదు.

శక్తి యూనిట్ పరిమాణము తక్కువగు కొలది వ్యవస్థలో నున్న ఒక స్పందకము ఒక క్వాంటమైనను లేదా కొన్ని క్వాంటంలమైనను స్వీకరించుటకు గల సంభవనీయత ఎక్కువగుచుండును. దీనికొక లౌకికోదాహరణము: దేశమందు పంచదార సప్లై చాలినంత లేని పరిస్థితిలో దాని ఖరీదు హెచ్చించకుండ 200 పౌనుల భారముగల కోయుటకు వీలులేని సంచులలో నేగాని అంతకన్న తక్కువరాశుల అమ్మవీలులేదని ప్రభుత్వము ఆదేశించినచో, పంచదార అమ్మకపు వ్యాపారము చాలవరకు తగ్గిపోవును. ఏలన ఏ కొద్ది సంపన్న కుటుంబములో తప్ప పేదలగు ఇతరులు ఇంత పెద్దరాశి ఒకేసారి పంచదార కొనజాలరు. అట్లు అమ్మజూపు రాశి యొక్క పరిమాణమును చాలినంత పెంచినచో అమ్మకపు వ్యాపారమే చివరకు భగ్నము గాగలదు. హ్రస్వతమ తరంగముల (అనగా అత్యధిక పౌనఃపున్యములు గల తరంగముల)కు అనురూపమగు E పరిమాణము చాల ఎక్కువ. అందువలన ఏదేని ఒక స్పందకము ఈ పరిమాణము గల క్వాంటం నొకదానినైన గ్రహించుటకు గల సంభవనీయత దీర్ఘతరంగముల విషయమై అనగా క్వాంటం పరిమాణము చాల తక్కువగు పరిస్థితిలో కన్పట్టు సంభవనీయతకన్న తక్కువ. అందు వలన హ్రస్వతరంగరూపముల నున్న శక్తి దీర్ఘతరంగ రూపముల నున్న దానికన్న చాల తక్కువ విసర్జితమగును. అనగా వికిరణశక్తి ఉద్గమనమును చూపురేఖ హ్రస్వ తరంగ దైర్ఘ్యములవైపు క్రిదింకి దిగిపోవును. అందువలన ప్లాంక్ సిద్ధాంత దృష్టిలో శక్తి తరంగ దైర్ఘ్యరేఖ గరిష్ఠోన్నతిని చూపవలయును. ప్రయోగ ఫలము కూడ ఇదియే.

ప్లాంక్ కల్పన ననుసరించి కృష్ణవస్తువు మొత్తపు వికిరణమును గణించినచో వచ్చు ఫలము :

$$E = \frac{8\pi ch}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{ch}{RT}} - 1}$$

అను సమీకరణము సిద్ధించును. కృష్ణవస్తువు శక్తివల్ల లభ్యమగు వర్ణమాలయందలి శక్తి విభజనమును ఈ సమీకరణము పరశ్శోణభాగమందేకాక వర్ణమాల భాగములందన్నిటను యథార్థముగ అనువదించుచున్నది. దీనివలన స్టిఫాన్ తాపక్రమము యొక్క చతుర్ఘాత నియమము, వీన్ స్థానచ్యుతి నియమము వివరించబడినవి.

ప్లాంక్ క్వాంటం కల్పన పైచెప్పిన కృష్ణవస్తు వికిరణ శక్తి విభజన సమస్యనేగాక ఇంక భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమందు సంప్రదాయ దృక్పథము పరిష్కరించలేని ఘనముల విశిష్టోష్ణత. ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ ఎఫెక్ట్, బోర్ పరమాణు రచన మొదలగు సమస్యలను నిర్వికల్పముగ పరిష్కరించినది. మే. వ. స.

**క్షారధాతువులు :** చూ. ఆల్కలిధాతువులు : పు. 190.

**క్షారమృత్తులు :** చూ. బిరిలియమ్ వర్గము.

**గంధకము :** మానవునికి అనాదినుండి తెలిసిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 16 ; సంకేతము S; పరమాణుభారము 32.066; ఉనికి స్వచ్ఛందముగా సంభవించు గంధకము అగ్నిపర్వతోద్రేకముల వలన ఉత్పన్నమైనది. అందువలననే అగ్నిపర్వతప్రవృత్తి విస్తారముగాగల దేశములందు గంధకము మెండుగా దొరకును. 19 వ శతాబ్దము ప్రారంభమువరకు ఒక్క సిసిలీద్వీపమే ప్రపంచమున కంతటికిని గంధకమును ఎగుమతి చేయుచుండెడిది. ఇప్పుడు అమెరికా, జపాన్ దేశములుకూడ గంధకమును ఎగుమతి చేయుచున్నవి. అమెరికాలో గంధకము భూమిలో కొంచెములోతుగా దొరకును. దీనిని పైకి తీయుటకు యంత్ర విధానమును ఉపయోగింతురు. ఈ విధానమున భూమ్యంతరమునుండి పైకి తీయుటలో గంధకము పరిశుద్ధమయ్యే లభించును. సిసిలీ, జపాన్ దేశములలో అగ్ని పర్వతోత్పన్నమగుటచే గంధకము నేలమీదనే మన్నుతో

కలసి యుండును. మన్నుతో కలసిన ఈ గంధకమును, ఆవములో నిప్పుపెట్టి కరగింతురు. కొంతద్రవమై క్రింద నున్న గోతులలోనికి పారును; మరి కొంత ఆవిరియై మీదగోడలకు ప్రాకినపుడు అక్కడ చల్లబడి చూర్ణము క్రింద ఘనీభవించును; ఈ రకపుగంధకమునకు ' గంధకపు పువ్వు ' అనిపేరు. గోతులలో చేరిన గంధకమును తిరిగి కరుగబెట్టి అచ్చులలో పోయుదురు. దీనికి ' రోల్ సల్ఫర్ ' అనిపేరు; ఇది గుండ్రటి కణికలు.

గంధకము సంయుక్తదశలో సల్ఫైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లుగా ఖనిజరూపమున దొరకును.

సల్ఫైడ్‌లు : సిన్నబార్ (మర్క్యూరిక్ సల్ఫైడ్), కాపర్ పైరిటీస్ (కూప్రస్‌సల్ఫైడ్ + ఫెర్రస్‌సల్ఫైడ్), జింకుబ్లెండ్ (జింకుసల్ఫైడ్), గెలీనా (లెడ్‌సల్ఫైడ్), ఐరన్ పైరిటీస్ (ఫెర్రిక్ సల్ఫైడ్), ఆర్పిమెంట్ లేదా హరితాళము (ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్), రియల్గర్ లేదా మణిశిల (ఆర్సెనిక్‌సల్ఫైడ్), స్టిబ్నైట్ (ఆంటిమోని సల్ఫైడ్). ఈ సల్ఫైడ్ ఖనిజములన్నియు ఆయా ధాతు సాధన కుపయోగించు ప్రధానఖనిజములు.

సల్ఫేట్‌లు : జిప్సమ్ (కాల్సియమ్ సల్ఫేట్), బెరైటీస్ (బేరియమ్ సల్ఫేట్), ఎప్సమ్ లవణము (మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్), కెయ్‌నైట్ (పొటాసియమ్ సల్ఫేట్,) ఆంగ్లిసైట్ (లెడ్‌సల్ఫేట్).

భౌతికగుణములు : పసుపుపచ్చటి ఘనద్రవ్యము; సులభముగా పొడియగును. దీనికి రాంబిక్‌గంధకము, మోనోక్లినిక్ గంధకము, ప్లాస్టిక్ గంధకము అను మూడు రూపాంతరములు ఉన్నవి. అందు మొదటి రెండును ఘనములు, స్ఫటికద్రవ్యములు. మూడవది అతిశీతలీకృతద్రవము; అందుచే అస్ఫాటికము ఇది తడిబంకమట్టివలె మెత్తగా నుండి సాగును (చూ. రూపాంతరత).

వృక్షములలో ఉల్లిపాయలు, ఆవాలు, క్యాబేజి; జంతుజములలో కోడిగ్రుడ్డుసొన, పాలు మొదలగువాటిలో గంధకము అతిక్లిష్ట కార్బన్ యౌగికములుగా ఉన్నది. అందుచే ఉల్లిపాయలు, ఆవపిండి, కోడిగ్రుడ్డుసొన తగిలిన వెండి వస్తువులు నల్లబడును. ఈ ద్రవ్యములలోని గంధకము, వెండితో నల్లని సల్ఫైడ్‌గా మారును.

రాసాయనిక గుణములు : వాతావరణములో సులభముగా మార్పుచెందదు; కాని తడిగానున్నపుడు మెల్లగా ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ అగును. ఇది నీటిలో, ఆల్కహాల్‌లో కరుగదు. దీనికి శ్రేష్టమైన ద్రావకము కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్ ద్రవము; బెన్జీన్ ద్రవములోను, టర్పెంటీన్‌లోను కొంచెము కరుగును. నిప్పుసంపర్కమున అతిసులభముగా చిన్న నీలిజ్వాలతో మండును. మండుచున్నప్పుడు వాయువులోని ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి మనకు సుపరిచితమైన, గంధపుపొగవాసన కలిగిన సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్‌గా మారును. ఈ వాయువులో ట్రైఆక్సైడ్ లేశములుకూడ ఉండును.

ఆక్సిజన్ తరువాత, ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమీన్‌లతో గంధకము సుళువుగా సంయోగించును.

ఫ్లోరిన్‌తో ($SF_6$) ఇది సాధారణ తాపక్రమములో వాయువు; క్లోరిన్‌తో ($S_2Cl_2$) గాఢపీతద్రవము, క్వథనాంకము 138°C. $SCl_4$ ధూసరవర్ణద్రవము, 25°C క్రింద నే స్థిరమైనది. బ్రోమీన్‌తో $S_2Br_2$ ఎరుపురంగుగల తైలమువంటి ద్రవము అల్పప్రేషములో 57°C, వద్ద మరుగును.

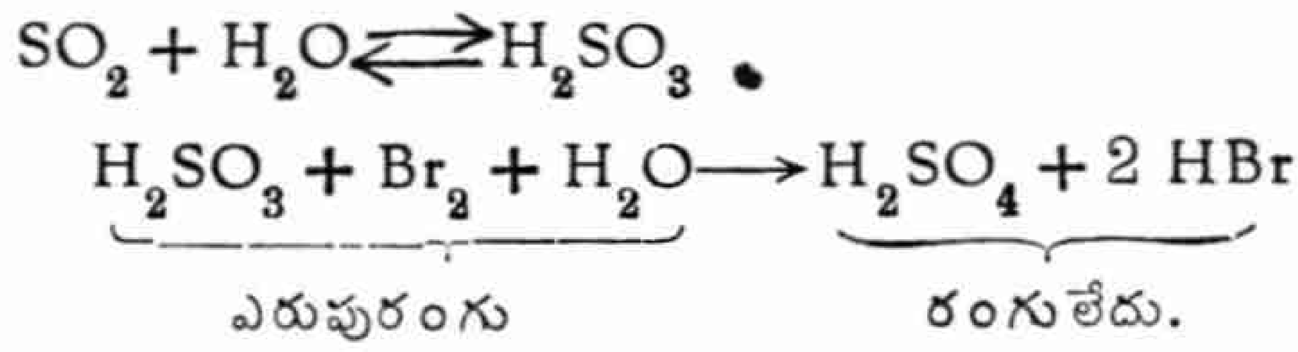
ఉపయోగములు : రబ్బరుటైర్ల నిర్మాణమందును, అగ్గిపుల్లల పరిశ్రమయందును, చెట్ల చీడపురుగులను చంపుటకును, పంచదార, కాగితపు పరిశ్రమలందును, చర్మరోగచికిత్సకును, గనులలోని సూక్ష్మజీవులను పొగపెట్టి చంపుటకును, తుపాకిమందు తయారు చేయుటకును, గంధకయౌగికముల రచనకుకూడ వినియుక్త మగుచున్నది.

గంధకము విద్యుద్వాహకముకాదు; మీదు మిక్కిలి విద్యుత్ నిరోధకము. అందుచే ఇది విద్యుత్‌పరికరములలో శ్రేష్ఠమగు నిరోధకద్రవ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది.

ఆక్సైడ్‌లు : గంధకము ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి ప్రధానముగా రెండు ఆక్సైడ్‌ల నిచ్చును. 1. సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్ ($SO_2$). 2. సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ($SO_3$).

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ : గంధకమును గాలిలో కాల్చిన సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్ వాయువు లభించును. నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌ను రాగిధాతు ఖండములతో మరగనిచ్చిన సుకరముగా ఈ వాయువును పడయవచ్చును. ఇదిరంగులేని చాల ఘాటువాసనగల వాయువు; నీటిలో సులభముగా కరుగును. అందువలన నీటిపై దీనిని సంగ్రహించుటకు వీలులేదు; పాదరసముపై సంగ్రహించ వచ్చును. గాలికన్న బరువైన వాయువగుటచే గాలిని పైకినెట్టి ఇది కాచపాత్రను ఆక్రమించ గలదు. దీనిజల ద్రావణము ఆమ్లధర్మము కలది. నీలిలిట్మసును ఎర్రగా చేయగలదు. కాని ద్రావణమును మరగించినచో సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్ పూర్ణముగా పైకిపోవును. దీనిఆమ్లజల ద్రావణమునకు సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ అనిపేరు. ఆక్సీహరణ ద్రవ్యముగా చాల చురుకైనది. బ్రోమీన్ ద్రావణపురంగును పోగొట్టును. ఈ ప్రక్రియలో బ్రోమీన్ హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్‌గా ఆక్సీ

హరించబడును. సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గా ఆక్సీకరించబడును :



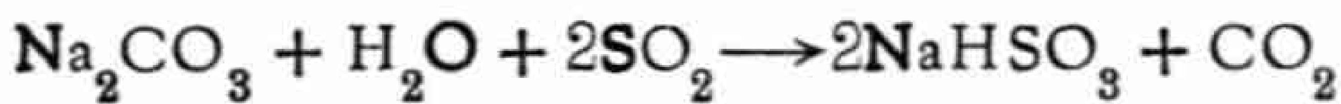
$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$$

$$\underbrace{H_2SO_3 + Br_2 + H_2O}_{\text{ఎరుపురంగు}} \longrightarrow \underbrace{H_2SO_4 + 2\,HBr}_{\text{రంగులేదు.}}$$

ఇటులనే ఆక్సీకరణసాధనములగు పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ జలద్రావణమును రంగులేకుండగను, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ జలద్రావణము యొక్క నారింజ పండు రంగును ఆకుపచ్చరంగుగను మార్చును. హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌తో ఇది సంయోగించి గంధకము ఏర్పడుట చేతనే ఈ రెండు వాయువులను జనింపజేయు అగ్నిపర్వతములు గంధకమునకు ఆకరములుగా ఉన్నవి.

సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ అణురచనలో రెండు స్థానచ్యుతిని చెందగల హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉండుటచే రెండు తరహాల లవణములనిచ్చును. అందుచే దీనిని ద్విపదామ్లముగా భావించవలసి యున్నది.

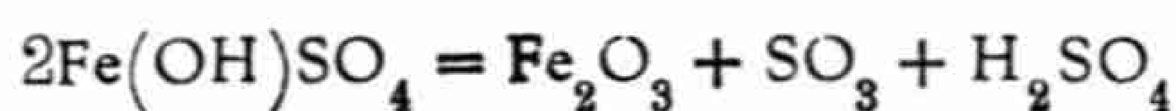
ఆమ్లలవణములలో సరళమైనది సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ ($NaHSO_3$) ద్రావణము సంతృప్తమగుదనుక సోడా కార్బొనేట్ ద్రావణములోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపించినచో సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ లభించును :



$$Na_2CO_3 + H_2O + 2SO_2 \longrightarrow 2NaHSO_3 + CO_2$$

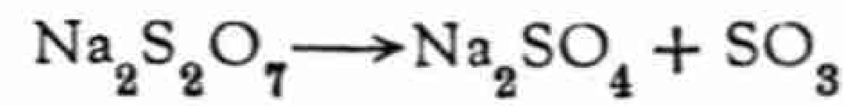
దీని 45% జలద్రావణము వర్తకపుసరుకు. ఏలన ఈ ద్రావణమునకు సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను బొట్లు బొట్లుగా చేర్చినచో ఎడతెగని సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ప్రవాహము శోధనాగార ప్రయోజనములకు సుకరముగా లభ్యమగును. అదిగాక ఉన్నిని పట్టును, ఎండుగడ్డిని వివర్ణముగా చేయుటకు వినియోగములోనున్నది. దీని కాల్సియమ్ లవణము, కాల్సియమ్ బైసల్ఫైట్ $Ca(HSO_3)_2$ను, కాగితపు గుజ్జును వివర్ణముగా చేయుటకు ఉపయోగింతురు. సున్నపునీటిలోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌ను పంపించిన ఈ లవణము ఏర్పడును. తక్కిన సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ లవణములు పారిశ్రామికముగా ఉపయోగించునవి కావు

సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ($SO_3$): 150° C కన్న తక్కువ తాపక్రమములో ఇది ఘనద్రవ్యము. 150° C వద్ద ఇది ద్రవీభవించును. పటిక [అలమ్ = $K_2SO_4$, $Al_2\ (SO_4)_3$ $24H_2O$]నుగాని, గాలిలో ఆక్సీకరించబడిన అన్నభేదిని గాని స్వేదించునపుడు సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ద్రవ్యము లభ్యమగును :



$$2Fe(OH)SO_4 = Fe_2O_3 + SO_3 + H_2SO_4$$

సోడియమ్ పైరోసల్ఫేట్‌ను కాల్చినను గూడ ఈ ద్రవ్యమును పడయవచ్చును :

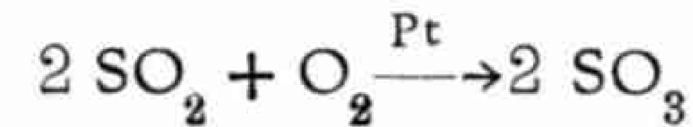


$$Na_2S_2O_7 \longrightarrow Na_2SO_4 + SO_3$$

పారిశ్రామికముగా దీనిని తయారుచేయు విధానము 1875 లో వింక్లర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు కనుగొనెను. నేడిది దేశపరిశ్రమలకన్నిటికిని ఆధారభూతమైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమలో వాడబడుచున్నది. 1890-95 సం॥లో ఈ విధానము జర్మనీదేశమందు 'బేడిషే కంపెనీ' వారిచే పారిశ్రామికముగా స్థాపించబడినది; దీనికి స్పర్శకవిధానము అని పేరు.

ఈ విధానమునందు ఐరన్ పైరిటీస్ అను ఇనుము, గంధకముగల ఖనిజమును గాలిలో కాల్చగా వచ్చిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌తో, సూక్ష్మవిభక్తమైన ప్లాటినమ్ ధాతువు సంపర్కమున గాలిలోని ఆక్సిజన్‌ని సంయోగమునకు తెచ్చినచో సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ వచ్చిన సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలో సులభముగా కరుగదు. కనుక దీనిని నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లోనికి పంపి అందు విలీనమగునట్లు ఒనర్తురు.

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్‌ల మధ్య రాసాయనిక సంయోగమును ఘటింపజేయునది సూక్ష్మవిభక్త ప్లాటినమ్ ధాతువు. ఇక్కడ ఈ ధాతువు ప్రేరకము (కేటలిస్ట్) గా పనిచేయును. ఈ ప్రేరకపు కేవల సంపర్కమువలన ఈ రాసాయనిక క్రియ జరుగును :



$$2\,SO_2 + O_2 \xrightarrow{Pt} 2\,SO_3$$

ఈ ప్రక్రియ పారిశ్రామిక లోకమంతటను ప్రఖ్యాతిని గన్నది. ఇండియాలో ఈ ప్రక్రియను ఉపయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుట ద్వితీయప్రపంచ మహాసంగ్రామానంతరమున ప్రారంభింప బడినది. ఈ ప్రక్రియకు పెద్దఅడ్డంకి ప్లాటినమ్ ధాతువు యొక్క విలువ. అదిగాక దీని ప్రేరకప్రవృత్తి నశించకుండ కాపాడుటకు సమర్థమగు రాసాయనిక నియంత్రణము ఆవశ్యకము.

సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ ముఖ్యోపయోగము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుట, సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నీటిలో సులభముగా కరుగదనియు, అందువలన సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నే దానికి ద్రావకముగా వాడుదురనియు చెప్పియుంటిమి. తయారైన సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్‌ను సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లోనికి పంపించినచో చిక్కటి నూనెవంటి ద్రావణము తయారగును. దీనికి ఓలియమ్ (= నూనె) అని పేరు. దీనినుంచి ఇష్టమైన సాంద్రతగల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయవచ్చును.

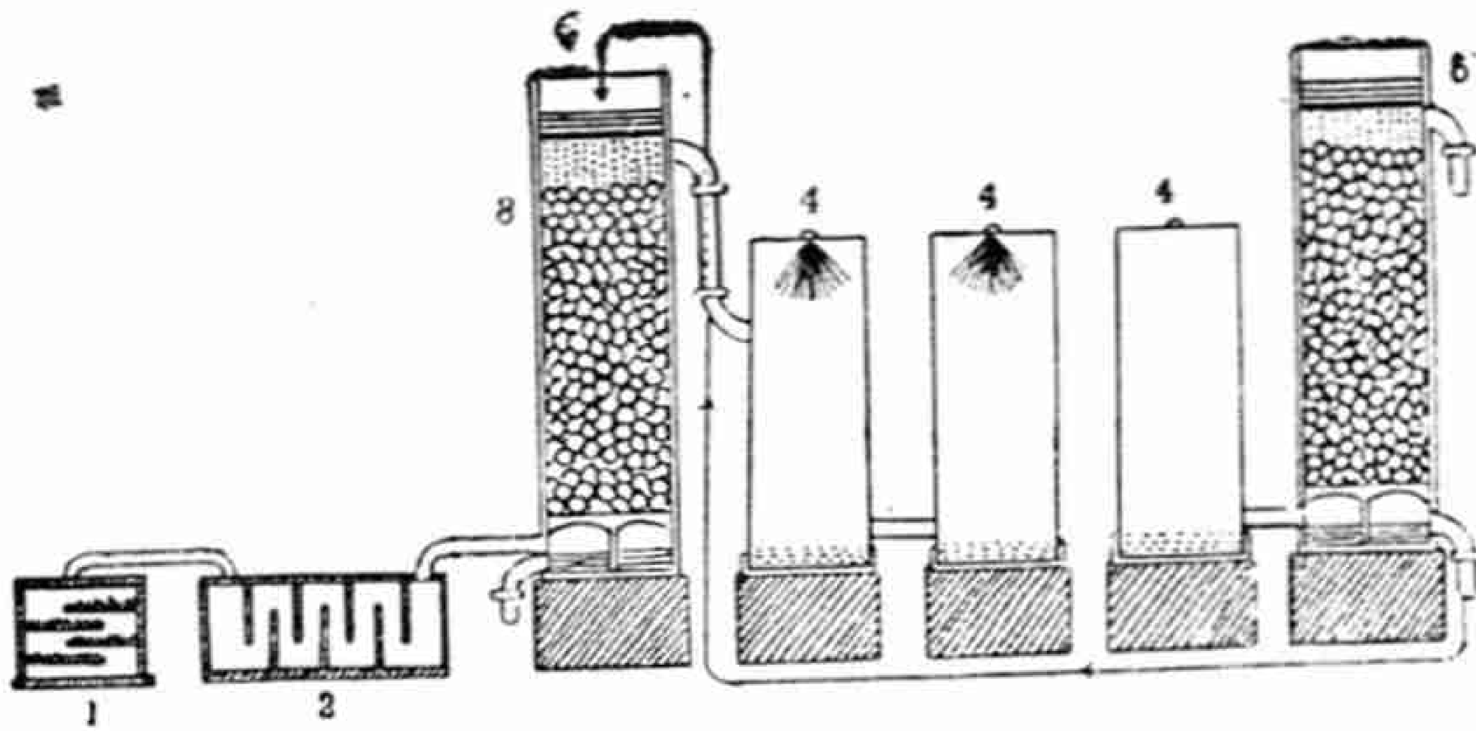
సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ($H_2SO_4$) : ఇది సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నీటితో సంయోగించుటవలన ఏర్పడును :



$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

నీటిలో సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ సులభముగా కరుగక పోయినను, కొంచెమైన కరుగును కదా! ఆ కరిగినంతవరకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గా మారును.

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్-పారిశ్రామిక పద్ధతి : సీసపు రేకులచే కప్పబడిన పెద్దపెట్టెలు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను పర్యవసానమున సంగ్రహించుటకు వాడబడుచున్నవి. శోధనాగార పరికరములలో లేని మరిరెండు అనుబంధ పరికరములుమాత్రమున్నవి. అందొకటి ప్రక్రియాపర్యవసానమున బయటపడిన నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ వాయువు వ్యర్థవ్యయము కాకుండ మరల దానిని సంగ్రహించుటకై ఏర్పాటుచేయబడినది. దీనికి గేలుసాక్ స్తంభమని పేరు (చిత్రములో 5). రెండవది ఈ నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌లను విలీనముచేసికొన్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నుండి తిరిగి ఆ ఆక్సైడ్‌లను పైకి వచ్చునట్లు చేసి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, గాలి మిశ్రముతో




లెడ్ ఛేంబరువిధానము

1. పైరిటీస్ ఖనిజమును గాలి సంపర్కములో కాల్చుటకు ఉపయోగించు కొలిమి ; 2. గదులు ; 3. గ్లవర్ స్తంభము ; 4. సీసపేటికలు ; 5. గేలుసాక్ స్తంభము.

కలుపుటకై ఉద్దేశింపబడినది. దీనికి గ్లవర్ స్తంభమని పేరు (చిత్రములో 3). ఈ స్తంభద్వయము, వాటి మధ్యనున్న సీసపేటికలు - వీటి సన్నివేశమును పటములో చూడనగును.

ఈ పటములో '1' అనునది పైరిటీస్ (ఐరన్ సల్ఫైడ్) ఖనిజమును గాలిసంపర్కములో కాల్చుటకు ఉపయోగించు కొలిమి. ఈ కొలిమినుండి ఐరన్ పైరిటీస్ గాలియందుండు ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించగా వచ్చిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువు '2' అను గదులను ప్రవేశించును. ఇందు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌వాయువు ధూళినుండియు, ప్రధానప్రక్రియకు అపకారకములగు కొన్ని విషవాయువుల నుండియు విముక్తమై '3' చే గుర్తించబడిన గ్లవర్ స్తంభమును క్రిందనుండి ప్రవేశించును. అచ్చటనుండి '4' అను సీసపేటికలను ఒకదానితరువాత ఒకటిగా ప్రవేశించును. కొలిమిలో ప్రతి 24 గంటలలో కాల్చిన కిలోగ్రాము పైరిటీస్‌నుండి లభ్యమగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువునకు $\frac{1}{2}$ ఘనమీటరు ఆయతనము ఉండచూచునట్లు ఈ సీసపేటికల ఘనపరిమాణము నిర్మితమై ఉండును. ఈ పేటికలో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ నీటిఆవిరితోను, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను వేడిచేయుటవలన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లతోను సంపర్కమునకు వచ్చును. ఈ వాయుమిశ్రమము రాసాయనికముగా పైని నిరూపించినట్లు సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడి పేటికఅడుగున సంగ్రహించబడును. ఈ రాసాయనిక కార్యకాలమందు ఆక్సిజన్ హెచ్చుగానున్న నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌కు తమ ఆక్సిజన్‌ను అర్పించి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీహరించబడును. దీనిని మరల ఉచ్చతర ఆక్సైడ్‌ల క్రింద ఆక్సీహరించుటకు వలయు ఆక్సిజన్‌ని, గాలిని పేటికలోనికి ప్రవేశపెట్టుటవలన అందచేయుదురు. ఇందువలన ప్రారంభమున ఉపయోగించిన కొద్దిమాత్రము నైట్రిక్ ఆసిడ్ విస్తారమగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ రాశిని మరలమరల ఆక్సీకరించుటకు పనికివచ్చును. అయినను కొంతరాశి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌లు రాసాయనిక కార్యమందు నైట్రోజన్‌గా ఆక్సీహరించ బడుటచేత నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను అప్పుడప్పుడు మరలమరల వినియోగించవలసివచ్చును.

పైరిటీస్ కాల్చగావచ్చిన వాయుమిశ్రమములో 7% సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, 93% నైట్రోజన్ ఉండును గనుక సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌ను, పేటికలలోని శేషమును ఆక్సీకరించుటకు మరికొంతవాయువును ప్రవేశపెట్టవలెను. కొలిమినుండివచ్చినది, పేటికలలో వాయుశేషముగా మిగిలినదియగు నైట్రోజన్ దానితోపాటు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌లను కూడ పేటికలనుండి పైకి తీసికొనిపోవును. ఈ వాయుమిశ్రములోనుండు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లు వమ్మగాకుండ మరల సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ ఆక్సీకరణకార్యమందు ఉపయోగించుకొనునిమిత్తము వాటిని సంగ్రహించుటకు నిర్మితమైనది '5' గేలుసాక్ స్తంభము. గేలుసాక్ స్తంభము గర్భమందు పొడవునా కోకు (అనగా కాల్చిన నేలబొగ్గు) ముక్కలతో నింపియుండును. పేటికల నుండి తప్పించుకుపోవు వాయుమిశ్రమము ఈ గేలుసాక్ స్తంభపుఅడుగునుండి మీదికి ప్రాకును. ఈ సమయములో స్తంభముమీద అమర్చబడిన ఆశయమునుండి సాంద్రమైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ జల్లు స్తంభమునందు దట్టించిన కోకు ముక్కలపై పడి వాటివెంట క్రిందికి దిగజారుచుండును. ఇంతలో ఊర్ధ్వముఖముగాలేచుచున్న వాయుమిశ్రమములో

ఉన్న నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లు ఆ ఆసిడ్‌లో లీనమగును. నైట్రోజన్‌ఆక్సైడ్‌లను జీర్ణించుకున్న ఈద్రావణమునకు 'నైట్రోస్' అని పేరు. వాయుమిశ్రములో శేషించిన నైట్రోజన్ చిమ్నీద్వారా ఆకాశమును ప్రవేశించును. గేలుసాక్ స్తంభమున నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను పీల్చిన నైట్రోస్‌ద్రావణము స్తంభపు మూలమున ప్రోగగును. ఇచ్చటనుండి ఈ ద్రావణము పేటికలనుండి పైకితీసిన విలీన సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తోను, పోయిన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను తిరిగి పూర్తిచేయుటకై నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌తోను మిశ్రితమై గ్లవర్ స్తంభపు శిఖరమునకు పంపుచేయబడును. ఈ స్తంభములోకూడ ఆమ్లప్రభావమునకు చెడిపోనిద్రవ్యము దట్టించియుండును. విలీనసల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తో మిశ్రితమైన నైట్రోస్ ద్రావణము స్తంభపు శిఖరమునుండి తుషారరూపమున క్రిందికి జారుచు స్తంభమునందు ఊర్ధ్వముఖముగా వ్యాపించు కొలిమి వాయుమిశ్రము నెదుర్కొనును. ఈ వాయుమిశ్రము తాపక్రమము 300°C వరకు ఉండును. ఈ వేడిలో తనలో నిముడ్చుకొనిన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను నైట్రోస్ వెడలగ్రక్కును. ఈ ఆక్సైడ్‌లు, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, గాలి మిశ్రముతోపాటు మరల సీసపేటికల ప్రవేశించును; ఇప్పటికి ఒక ఆవృత్తి పూర్తిఅయినది. ఇట్లే పరిశ్రమ జరుగునంత కాలము వాయు మిశ్రము ఆవృత్తిగమనమును స్వీకరించుచుండును. గ్లవర్ స్తంభముమూలమున సంగ్రహించబడిన ఆమ్లము నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లనుండి విముక్తమగుటయేగాక స్తంభము పైకి వ్యాపించు వాయుమిశ్రపువేడివలన కొంతవరకు సాంద్రీకరించ బడును. అందుచే గ్లవర్ స్తంభము మొత్తముమీద మూడుప్రయోజనములకై నిర్మితమైనట్లు ఊహించవచ్చును. 1. కొలిమినుండివచ్చు వాయుమిశ్రమును చల్లార్చుట; 2. ఆ వాయుమిశ్రమునకు నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను కలుపుట; 3. విలీన సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌ను కొంతవరకు సాంద్రీకరించుట.

గ్లవర్ స్తంభము మూలమున సంగ్రహించబడిన నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లనుండి విడివడిన సాంద్రసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మరల గేలుసాక్ స్తంభపు శిఖరమునకు పంపు చేయబడును.

**సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ సాంద్రీకరణము :** ఈ విధానమునందు పేటికలలో సంగ్రహించబడు ఆసిడ్‌చాల విలీనమైఉండును. అనగా 65%-70% ఆసిడ్‌ను కలిగియుండును. ఈ పాటున ఇది ఫాస్ఫేట్‌రాళ్ళ నుండిగాని, ఎముకల చూర్ణమునుండి గాని సూపర్ ఫాస్ఫేట్ ఎరువును తయారుచేయుటకు పనికివచ్చును. గ్లవర్ స్తంభములో సాంద్రీకరణకార్యము కొంత జరుగుచున్నను తయారైన ఆసిడ్‌ను అంతయు గ్లవర్ స్తంభములో సాంద్రీకరించుట పొసగదు. అందు వలన విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను సాంద్రీకరించు ప్రత్యేక పరికరములు నిర్మితములైనవి. పూర్వపద్ధతుల జోలికి పోక ప్రస్తుతము ఈ సాంద్రీకరణము గ్లవర్ స్తంభముల వంటి ప్రత్యేక స్తంభములలో జరుగుచున్నది.

**సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ శోధనము :** వాణిజ్యామ్లమందు తరచుగా ఆర్సెనిక్ ట్రైఆక్సైడ్ (ఉల్లి పాషాణము) మాలిన్యముగా ఉండును. ఇది పైరిటీస్ ఖనిజములో నుండు ఆర్సెనిక్ ఖనిజములనుండి ఉత్పన్నమగును. హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువును పంపించి ఆర్సెనిక్‌మాలిన్యమును తీసివేయవచ్చును. ఇది మడ్డివలె క్రిందికి దిగును. సూక్ష్మరంధ్రములుగల కాల్చినమట్టి బిళ్ళలద్వారా ఎగబీల్చుటచే దీనినుండి శుద్ధామ్లమును బడయవచ్చును. ఇప్పటికిని కొంచెము ఇనుము మాలిన్యముగా మిగిలియుండును. ఇవిగాక లెడ్‌సల్ఫేట్ విలీనామ్లములో కరుగదు. కనుక పేటికామ్లమును నీటితోకలిపినపుడు అది అవక్షేపముగా క్రిందికి దిగును. గంధకమునుండి తయారైన ఆసిడ్‌నందు పై జెప్పిన మలినద్రవ్యములు ఉండవు. అందుచే అదియే ఆహారద్రవ్యములను తయారుచేయుటయందు, విద్యుత్ సంచాయక పేటికలయందు వినియోగమునకు పనికి వచ్చును. ఇండియాయందు స్పర్శవిధానమునగాని, పేటికావిధానమునగాని తయారగుచున్న ఆసిడ్ గంధకము నుండియే లభించుచున్నది. దీనికికారణము గంధక ఖనిజ సంపద మనకు లేకపోవుటయే. గంధకమైనను పై దేశముల నుండి మనము దిగుమతిచేసికొనవలసినదే. అందుచే ఇండియాలో సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ ప్రియముగా (ధర హెచ్చుగా) నుండును. పై విధించిన రెండు విధానములు కూడ ప్రతిదేశమునందును అమలులో ఉన్నవి. సాంద్ర సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వశ్యమగు పరిశ్రమల కన్నిటికి స్పర్శవిధానము ముఖ్యము. విలీనామ్లము ఉపయోగించు పట్ల పేటికావిధానము చాలును.

ఈ రెండునుగాక గంధకము, ఐరన్‌పైరిటీస్‌కన్న విస్తారముగా దొరకు జిప్సమ్ (కాల్సియమ్ సల్ఫేట్) నుండి సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు పద్ధతిని ఒకదానిని జర్మను దేశములో ఇటీవల అమలులోపెట్టిరి. ఈ విధానమున జిప్సమ్‌ను కాల్చిననేలబొగ్గు (కోకు)ను బంకమట్టితోకలిపి తిరుగుడు కొలుములలో కాల్చుదురు. ఈ మిశ్రమునుండి 6%-7% సల్ఫర్‌డైఆక్సైడ్‌గల వాయువు ఉత్పన్నమగును. మిగిలిన ఘనీభూతద్రవ్యమును చూర్ణముచేసి సిమెంటును తయారుచేయుచున్నారు.

ఇండియాయందు కూడ కొన్నాళ్ళ క్రిందట ఈ విధానమును గ్రహించి కొన్ని శోధనలు జరిగినవి. కాని పారిశ్రామికముగా ఫలోన్ముఖములు కాలేదు.

జిప్సమ్ ఇండియాలో మెండుగా ఖనిజరూపమున ఉన్నది. అదిగాక భారతదేశపు ఉప్పు పరిశ్రమనుండి కావలసిన జిప్సమ్ లభించుటకు అవకాశములు ఉన్నవి. ఉప్పును పరిశుద్ధముగా చేయునపుడు జిప్సమ్ లభించును. దీనిని ముడిసరుకుగా వాడి విదేశములనుండి దిగుమతుల నపేక్షించకనే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయ వచ్చును.

**సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గుణములు :** శుద్ధమైన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఆముదమువలె చిక్కగాను నిర్వర్ణముగాను ఉండును. దీని సాంద్రత 1·84 అనగా నీటికన్న ఇది ఇంచుమించు రెండు రెట్లు బరువు. దీనికి దాహక గుణమెక్కువ; నీటితో కలియుటకు తృష్ణ ఎక్కువ. నీటితో కలపినపుడు మిక్కిలి వేడిమి బయలుపడి, నీరు మరుగును. అందుకే నీటిని ఎప్పుడును ఆసిడ్‌లో పోయకూడదు. ఆసిడ్‌ను తాకిన మొదటి నీటి బిందువులు వేడెక్కి ఆకస్మికముగా ఆవిరి రూపమును దాల్చి ఆసిడ్‌ను విసురుగా పైకి చిమ్మును. అభ్యాసకునికి ఆసిడ్‌చే గాయములగు ప్రమాదముకూడ సంభవించవచ్చును. ఈ ప్రమాదము కలగకుండుటకై ఆసిడ్ మెల్ల మెల్లగా సన్నని ధారగా నీటికి చేర్చుచు బాగుగా మథించవలెను.

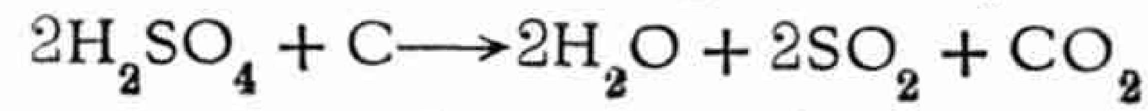
నీటితో కలియుటకు దీనికిగల తృష్ణాధిక్యముచే దీనిని వాయువులను నిరార్ద్రముగా చేయుటకు ఉపయోగింతురు. పంచదార, కాగితము మొదలగు కార్బన్ ద్రవ్యములపై బడినపుడు వాటిని మాడ్చుగుణమునకు కూడ దీని జలతృష్ణయే కారణము. పంచదారలోను, కాగితములోను, కార్బన్‌తోకూడ నీరు సంయోగించియుండును. నీటి భాగమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ శోషించుటతోడనే కార్బన్ నల్లగా నిలచిపోవును. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్‌వలె ద్విపదామ్లము. అందుచే రెండు రకముల లవణములను ఇచ్చును. 1. ఆమ్లలవణములు: సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ($NaHSO_4$) వంటివి; 2. సాధారణ లవణములు : సోడియమ్‌సల్ఫేట్ ($Na_2SO_4$) వంటివి.

సల్ఫేట్ లవణములు చాలవరకు నీటిలో ద్రావ్యములు. లెడ్‌సల్ఫేట్ కొద్దిగా నీటిలో విలీనమగును; బేరియమ్ సల్ఫేట్ బొత్తిగా కరుగదు. బేరియమ్ సల్ఫేట్ ఏర్పడుట సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను, సల్ఫేట్‌లను గుర్తించుటకు సాధనము.

బేరియమ్‌క్లోరైడ్ ద్రావణమును కొంచెము హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తోపాటు పరీక్ష్యద్రావణమునకు చేర్చినచో తెల్లటి బేరియమ్‌సల్ఫేట్ అవక్షేపముగా క్రిందికి దిగును. బేరియమ్‌సల్ఫేట్ ప్రాదుర్భావము సల్ఫేట్ అయన్ ద్రావణములో నున్నదనుట గుర్తు. వేడిఆసిడ్‌గుండా హైడ్రోజన్‌ని పంపినపుడు ఆసిడ్ సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ క్రింద అక్సీహృతమగును. గంధకము, కార్బన్ దీనిని ఆక్సీహరించును.



$$2H_2SO_4 + S \longrightarrow 2H_2O + 3SO_2$$



$$2H_2SO_4 + C \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2 + CO_2$$

చాల ధాతువులు (Mg, Zn, Fe) విలీనామ్లములో కరిగి హైడ్రోజన్‌ని బయటపెట్టును. ధాతువులు మరుగుచున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నందు వేగముగా కరిగి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును వెడలగొట్టును.

**ఉపయోగములు :** పరిశ్రమల కన్నిటికిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ పరిశ్రమ తల్లివంటిది. ఒక దేశపు ఆర్థిక పారిశ్రామికాభివృద్ధికి అది వ్యయించు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కొలబద్ద అని చెప్పినచో ఈ ఆమ్లము దేశపరిశ్రమల కెంతటి ఆవశ్యకద్రవ్యమో తెలియగలదు. నేటి ప్రపంచమందు కృత్రిమనిర్మితమగు ఏ వస్తువును తీసికొనినను దానిని తయారుచేయు విధానమున ఏదో ఒక దశలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఆవశ్యకత లేనిది లేదు. శాంతి సమయమపుడుగాని, యుద్ధసమయమపుడుగాని ప్రపంచ పరిశ్రమలను నడుపు ప్రధానరాసాయనికద్రవ్యమిది. మామూలు సమయములలో దీని ప్రధానోపయోగము ఎరువులను తయారుచేయుటయందు; తరువాతి గొప్ప ఉపయోగము పెట్రోలియమును శుద్ధిచేయుటయందు, తక్కిన అకర్బనామ్లములనన్నిటిని చేయుటకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కావలయును. ఉక్కు పరిశ్రమలో, రంగులు తయారుచేయుటలో, ధాతుసాధనలో, విద్యున్మలామా చేయుటలో చాల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఖర్చగుచున్నది. ట్రైనైట్రోటాల్యుయిన్, నైట్రోగ్లిసరీన్, పిక్రిక్ ఆసిడ్‌వంటి విదారకద్రవ్యములగు యుద్ధసామగ్రుల తయారుచేయుటలో నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తోపాటు దీనిని వాడుదురు (చూ. గంధక వర్గము).

మే. వ. స్వ.

**గంధక వర్గము:** గంధకము, సిలీనియమ్, టెలురియమ్ అను మూడు మూలద్రవ్యములును ఆవర్తక్రమము యొక్క VI వ వర్గములోనున్న ఆక్సిజన్ కుటుంబమునకు చెందినవి. ఈ మూలద్రవ్యములు ఆ వర్గములో కుడిప్రక్కనున్నవి. వీటికి VI b వర్గమని పేరు.

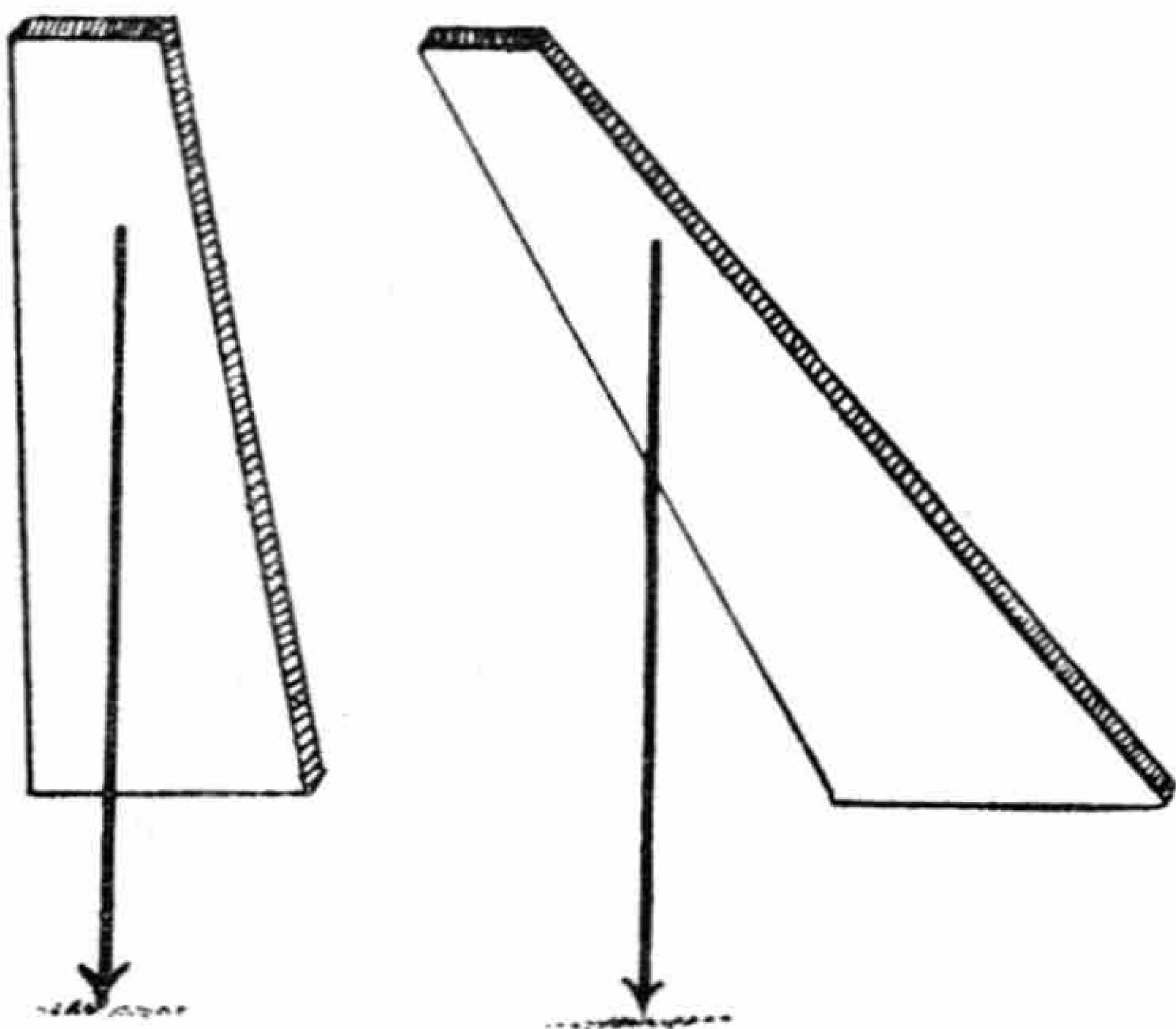
ఈ వర్గమునకుచెందిన ఆక్సిజన్, గంధకము, సిలీనియమ్, టెలురియమ్ అను మూలద్రవ్యముల యొక్క పరిశీలనలో హేలొజన్‌కుటుంబమునందున్న మూలద్రవ్యములకున్న పరస్పరసాదృశ్యమువంటిసాదృశ్య మిచ్చట

కానరాదు. పిలన, ఈ వర్గములో ఆక్సిజన్‌తో ప్రారంభించిన అధాతుధర్మములు టెలురియమ్‌లో అకస్మాత్తుగా ధాతుధర్మములుగా పరిణమించినవి. కాని ఆక్సిజన్‌ని తప్పించినచో, తక్కినమూడును పరస్పరధర్మసాదృశ్యమును చూపును. వాస్తవికముగా ఆక్సిజన్ వీటినికన్న హేలొజన్‌లను హెచ్చు పోలును (చూ. గంధకము; సిలీనియమ్; టెలురియమ్). మే. వ. న.

**గరిమనాభి :** ప్రతివస్తువులోను గల వివిధాణువులు భూమియొక్క గురుత్వాకర్షణచే భూకేంద్రమువైపు లాగబడుచుండును. కాని, భూకేంద్రము చాలదూరమున ఉండుటచే ఈ వివిధాణువులభారములు సమానాంతరబలములుగ ఏర్పడును. సహజముగ ఈసమానాంతరబలము లన్నిటిఫలితము వస్తువుయొక్క మొత్తపుభారమునకు సమానమగును. ఈబలఫలితము వస్తువులో ఒకనిశ్చిత బిందువునుండి పనిచేయును. ఈబిందువునకే 'గరిమనాభి' (సెంటర్ ఆవ్ గ్రావిటీ) అని పేరు. వస్తువు నెటువైపు త్రిప్పినను దాని గరిమనాభిస్థానము మారదు.

ఏదైన ఒకవస్తువును నిలువుసూదిమొనమీద నిలపెట్టినను, లేదా దారముతో దానిని స్వేచ్ఛగ వ్రేలాడదీసినను, ఆ సూదిద్వారాగాని లేదా ఆ దారముద్వారాగాని, నిట్టనిలువుగా గీసినసరళరేఖలో ఆవస్తువుయొక్క గరిమనాభి యుండును. ఈ సూత్రమునననుసరించి రేకులు, అట్టలు మొదలగువాని గరిమనాభి కనుగొందురు.

క్రమమైనవస్తువుల గరిమనాభి : సమానాంతర చతుర్భుజాకారముగల అతిపలుచనిరేకునకు దానికర్ణములు కలియుబిందువుయొద్దను, వృత్తాకారపురేకునకు దాని

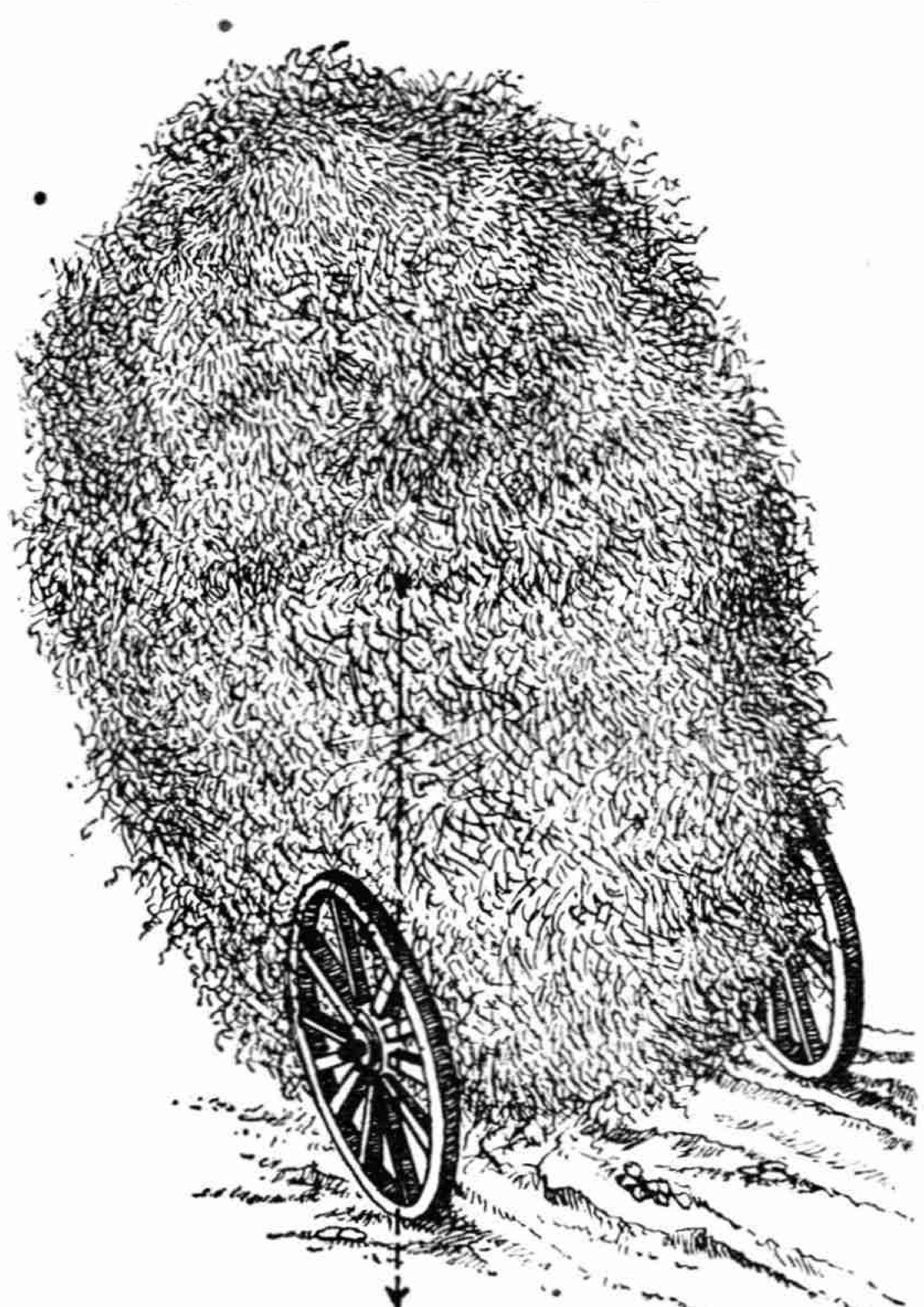


1 వ పటము

మధ్యగతరేఖలు కలియుచోటను వానివాని గరిమనాభి ఉండును.

గుల్లవస్తువుల గరిమనాభి : ఒకవస్తువుయొక్క గరిమనాభి ఆవస్తుద్రవ్యమునందే ఉండనక్కరలేదు. వృత్తాకారపు ఉంగరముయొక్క గరిమనాభి దానికేంద్రమున ఉండును. సాధారణముగ గుల్లవస్తువుల గరిమనాభి వాని ద్రవ్యమధ్యమున ఉండదు.

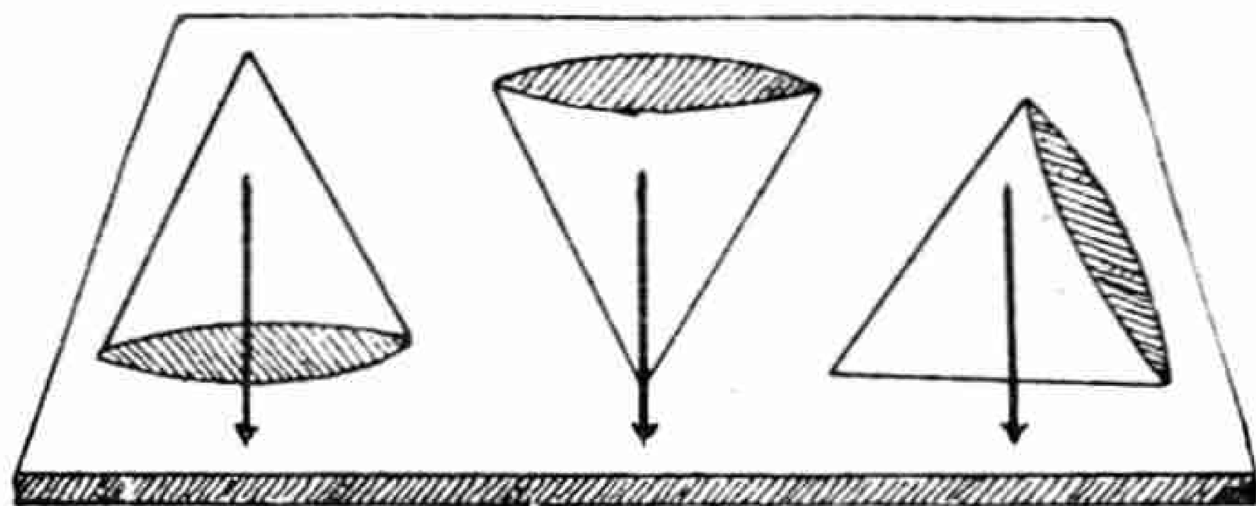
పీఠముపై నిలిచిఉన్న వస్తువునిశ్చలత : ఒకవస్తువు పీఠముపై నిలిచి ఉన్నపుడు దాని గరిమనాభినుండివచ్చు నిలువురేఖ ఆవస్తువు ఆనియున్నపీఠములోపడిన, ఆవస్తువు నిశ్చలత్వము పొందియుండును. కాని, పై నిలువురేఖ పీఠమునకు బయటపడినచో వస్తువు బోర్లపడును. ఈవిషయము 1 వ పటములో రెండుదిమ్మలవలన విశదీకరింపబడినది. మొదటిదిమ్మయొక్క గరిమనాభినుండి క్రిందుగగీయబడిన



2 వ పటము

నిలువురేఖ దానిపీఠమునుండి పోవుచున్నది. అందుచే అది నిశ్చలముగఉండును. రెండవదిమ్మలో గీయబడినరేఖ దాని పీఠమునకు బయటపడుచుండుటచే అది క్రిందపడును. ఎక్కువ ఎత్తుగ భారములువేయబడిన బండ్లు మిట్టపల్లములు గల నేలపై పయనించునపుడు ఎందుచేత అతిసులువుగ బోర్లపడునో పైసూత్రమునననుసరించి గ్రాహ్యమగును. 2 వ పటము ఈవిషయమును అతిసులభముగ బోధించును.

స్థిర, అస్థిర, తటస్థ సమతాస్థితి : ఒకచోట ఆనియున్న వస్తువుయొక్క సమతాస్థితి మూడురకములుగ ఉండును.



పటము 3 : స్థిర, అస్థిర, తటస్థ సమతాస్థితులు

స్థిరసమతాస్థితి : ఇందు వస్తువును కొంచెముకదిపి విడిచిన అది తిరిగి తొల్లింటి నిశ్చలస్థితికి వచ్చును. ఇందు గరిమనాభి పీఠైనంతక్రిందుగనుండును.

అస్థిరసమతాస్థితి : ఇందు వస్తువును కొంచెము కదిపి విడిచిన అది తొల్లింటి నిశ్చలస్థితికి రాక క్రిందపడును. ఇందు గరిమనాభి పీఠమునకు చాలఎత్తున ఉండును.

తటస్థసమతాస్థితి : ఇందు వస్తువును కొంచెము కదిపినను అది నిశ్చలముగనే ఉండును. ఇందు గరిమనాభి ఎత్తులో మార్పేమియు ఉండదు. పైచెప్పబడిన త్రివిధ సమతాస్థితులు 3 వ పటమున చూపబడిన ఒకబల్లపై ఆనియున్న శంకుద్వారా సుబోధకమగును.

గరిమనాభికి గల ప్రాముఖ్యము : వస్తువులగరిమనాభికిని. వాటి స్థిరత్వమునకు గల సంబంధమునుబట్టి నిత్యజీవితములో గరిమనాభి ప్రాముఖ్యము వహించుచున్నది. ఎత్తైనవస్తువులను తయారుచేయుటలోను, కట్టడములను నిర్మించుటలోను, అవి స్థిరనిశ్చలతను కలిగియుండుటకై, వాటి పాదభాగమును, ఊర్ధ్వభాగముకంటె వైశాల్యముగా ఉండునట్లును, కట్టడము నిట్టనిలువుగా ఉండునట్లును నిర్మింతురు. పడవలు, సులువుగ బోర్లపడకుండ ఉండుటకుగాను, బరువైన సామగ్రినంతను దాని అడుగుభాగమునసే వేయుదురు. అడుగుపూటులేనిపడవలో ప్రయాణముచేయువారు ఎల్లప్పుడు కూర్చొనియే ఉండవలెను. కాని, నిలబడి అటు నిటు ఊగులాడినచో పడవ వంగి బోరగిలపడుఅవకాశమున్నది. జి. సు. రె.

**గామా($\gamma$)కిరణములు** : కాంతిప్రసారకద్రవ్యములనుండి వెలువడు కిరణసమూహములలో ఒకజాతికిరణములను గామాకిరణము లందురు. ఇవి ఆల్ఫా, బీటా కిరణములవలె కణస్వరూపములు కావు. X - కిరణములవలె విద్యుదయస్కాంత స్పందనములు. ఇవి అయస్కాంత క్షేత్రమునందుకాని, విద్యుత్ క్షేత్రమందుకాని మార్పుచెందకుండుటచే ఈస్వభావము బయలుపడినది. వీటి తరంగ దైర్ఘ్యము X - కిరణములకన్న చాలతక్కువ. గామాకిరణములకన్న కురుచైనతరంగములు కలవి విశ్వకిరణములు. తరంగదైర్ఘ్యము, అణుపరిమాణమగుటచే ద్రవ్యముగుండ దూసికొనిపోవుసామర్థ్యము వీటికి చాలమెండు. గుర్తించుటకువీలులేనంత దుర్బలముగా గామాకిరణముల ద్రవ్యప్రవేశకసామర్థ్యమును తగ్గించుటకు అనేక సెంటీమీటర్లు మందముకల సీసమువంటి ధాతువు చాటుకావలెను. ద్రవ్యముగుండ దూసికొనిపోవుచున్నప్పుడు గామాకిరణములు ద్రవ్యముచే విచూషితమగును. ఈ విచూషణ ఫలితముగా మూడురకములుగు సంఘటనలు ఏర్పడును. తక్కువశక్తిగల గామాకిరణములు ద్రవ్యమునుండి ఎలక్ట్రాన్ల బహిష్కరించును. దీనిని ఫోటోఎలక్ట్రిక్ ఫలితము అందురు. మధ్యమశక్తిగల గామాకిరణములు విచూషితమై కాంప్టన్ఫలితము ఫలించును. ఈ ఫలితము తక్కువపరమాణుభారము కలిగిన ద్రవ్యములతో కనిపించును (చూ. కాంప్టన్ ఫలితము - పు. 255). అధికశక్తిగల గామాకిరణములు అధికపరమాణుభారద్రవ్యముచే విచూషితమైనప్పుడు పైని చెప్పిన సంఘటనలు రెండును అంత ప్రాముఖ్యములు కావు. ఈ పరిస్థితులలో గామాకిరణములు ద్రవ్యముతో డీకొనినపుడు పాజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్జంట ఏర్పడును.

గామాకిరణప్రభవస్థానము పరమాణుకేంద్రకము. కేంద్రకముచుట్టు వరుసపొరలలో తిరుగుచున్న ఎలక్ట్రాన్లలో ఏదేనిఒకటి బహిష్కృతమై దానిస్థానము పైపొరలలోనున్న ఎలక్ట్రాన్లు స్వీకరించినపుడు, చాక్షుషకిరణములు వెలివడునట్లు, కేంద్రకము ఒక అధిక శక్తియుతస్థితినుండి నిమ్నశక్తియుతస్థితికి సర్దుకొనినపుడు, శక్తియందలి ఈ భేదము గామాకిరణముగా బయటబడును. గామాకిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము $10^{-9} - 10^{-11}$ సెంటీమీటర్ల మధ్యన ఉండును.

శక్తిమంతములగు గామాకిరణములను కేంద్రకపరివర్తన కార్యములకుకూడ ఉపయోగించవచ్చును. దృష్టాంతము: ${}_1H^2 + \nu \longrightarrow {}_1H^1 + {}_0n^1$ డ్యొయిటీరియమ్ (${}_1H^2$) కేంద్రకమును తోరియమ్ c నుండి విడివడు గామాకిరణములకు గురిచేసిన ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్లక్రింద విడిపోవును, అను విషయమును పై సమీకరణము సూచించుచున్నది. కొన్ని పరిస్థితులలో గామాకిరణములు కేంద్రకవిదళనమునుకూడ కావించగలవు. ఆర్. ఓ. హాక్స్బీ మొదలైనవారు 6.3 మిలియను ఎలక్ట్రాన్వోల్టులశక్తిగల గామాకిరణములను ఉపయోగించి తోరియమ్కేంద్రకమును విదళించుటలో సిద్ధిని గాంచిరి. గామాకిరణము కాంతి రూపమగుటచే ఈ ప్రక్రియకు కాంతి విదళనము అనుపేరుకూడ కలదు. గామాకిరణములకు సంబంధించిన అత్యద్భుతదృశ్యము

విశ్వకిరణసంఘటనలలో బయలుపడినది. విశ్వకిరణములు అనేకవిధములగు కిరణములసముదాయము. అందు గామా కిరణములుకూడ కలవు. అట్టి గామాకిరణము, ద్రవ్యమును తాకినపుడు దానిశక్తిలో కొంతభాగమును వ్యయపరచి, పోజిట్రాన్. ఎలక్ట్రాన్ జంటను సృజించును. ఐన్‌స్టయిన్ శక్తి ద్రవ్యరాశి తాదాత్మ్యసూత్రముననుసరించి ద్రవ్యము శక్తిగా మారవచ్చును. లేదా శక్తి ద్రవ్యముగా మారవచ్చును. సూర్యరశ్మి ప్రాదుర్భావమునకు కారణములగు సూర్యగోళములోని ప్రక్రియలు, తొలివినిమయమునకు దృష్టాంతము. గామాకిరణముల నుండి పోజిట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ జంట పుట్టుట రెండవనియమమునకు ఉదాహరణము. (చూ. ఆల్ఫాకిరణములు-పు. 199). మే. వ. న.

**గాలిక్ ఆసిడ్ :** చూ. ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్‌వ్యుత్పన్నములు. పు. 175.

**గాలియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 31; సంకేతము Ga, పరమాణుభారము 69·72, చారిత్రకముగా గాలియమ్ రాసాయనికుని కుతూహలమును రేపిన ధాతువు. ఏలన ఖనిజములనుండి ధాతువు వేరుచేయబడి గుర్తించబడకపూర్వము, పృథ్విలో దీని ఉనికినిగురించి ఇద్దరు రాసాయనికులు పూర్వ నిర్దేశమును చేయగలిగిరి; అందు ఒకడు మెండెలేయఫ్. తన ఆవర్తక్రమములో అల్యూమినియము క్రిందనున్న ఖాళీస్థలమునుపట్టి అక్కడొక ధాతువు ఉండవలెనని, ఏకా అల్యూమినియము అని దాని నామ నిర్దేశమేకాక, దాని బహుగుణ నిర్దేశమునుకూడ గావించెను (1871). సుమారాసమయమునందే ళ్వా బౌద్రన్ అను ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు, ధాతువుల వర్ణమాలలను పరిశీలించు సందర్భము అల్యూమినియము, ఇండియమ్ మధ్యనొక క్రొత్త ధాతువు ఉండవలెనను నిష్కర్షకు రాగలిగెను. ఈతడే జింకుబ్లెండ్ ఖనిజమునుండి ఈ ధాతువును వేరుచేసి, దాని గుణపరీక్ష గావించి, తాను, మెండెలేయఫ్ నిర్దేశించినధాతువు ఇదియేయని నిశ్చయించెను. దానికితడే గాలియమ్ అని పేరిడెను (గాల్ అనగా ఫ్రెంచ్ దేశము).

జింకుబ్లెండ్, మాగ్నటైట్, బాక్సైట్‌లలో గాలియమ్ కొంచెముగా దొరకును. దీనిని ముఖ్యముగా జింకుధాతు సాధనలో ఉపద్రవ్యముగా సంపాదింతురు. ఇది, రిటార్ట్‌ల నుంచి మొదట ఉత్పత్తించిన జింకు చూర్ణములో నుండును. ఈ చూర్ణమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించి, పొటాసియమ్ క్లోరేట్‌ను కలిపి జెర్మేనియమ్‌ను వేరుచేయుటకై ఆ ద్రావణమును స్వేదింతురు. మిగిలినశేషము సల్ఫేట్‌గామార్చి, ఆ ద్రావణముతో ఆంశిక విద్యుత్ విశ్లేషణమును గావించిన గాలియమ్ పరిశుద్ధమైన స్థితిలో ఋణాగ్రముపై నిక్షేపముగా లభించును. ఇది కత్తితో కోయుటకు వీలుగానుండునంత మెత్తటి తెల్లనిధాతువు; గాలిలో నల్లబడును.

ఈ ధాతువు ద్రవాంకము 29·75°C; భారతదేశమందు వర్తమానమగు సాధారణ తాపక్రమములో ఇది ద్రవ స్థితిలో ఉండును. పాదరసము తరువాత ఇదియే ద్రవ ధాతువు. దీని క్వథనాంకము 1700°C అగుటచే చాల తాపక్రమపరిధిలో ద్రవద్రవ్యముగా ఉండగలదు. అందువలన అధిక తాపక్రమ మాపకములలో మాపకద్రవముగా దీనిని వాడుకచేయుదురు.

ఆక్సైడ్‌లు : గాలియమ్ ఆక్సైడ్ ($Ga_2O_3$); గాలియమ్ నైట్రేట్‌ను కాల్చినచో పడయవచ్చును. గాలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ [$Ga(OH)_3$] తెల్లటి ఘనద్రవ్యము. గాలియమ్ లవణద్రావణములనుండి అమోనియా చర్యచే బంకవంటి అవక్షేపముగా లభ్యమగును. ఇది క్షారములలో కరగి గాలేట్‌లను ఇచ్చును.

లవణములు : గాలియమ్ సల్ఫేట్ [$Ga(So_4)_3$]; ఇది అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌తో ద్విలవణముగా ఏర్పడి అల్యూమినియము అమోనియమ్ సల్ఫేట్ ద్విలవణముతో సమస్ఫటిక రూపముగల స్ఫటికములను ఇచ్చును. ఈ ద్విలవణములకు పటికలని పేరు (చూ. అల్యూమినియము వర్గము పు. 159.). మే. వ. న.

**గాల్వనీ, లూయిగీ (1737 - 1798) :** ఇటలీదేశపు వైద్యశాస్త్రజ్ఞుడు, శారీరకశాస్త్రవేత్త. బొలోనా యూనివర్సిటీ సంస్థలో శారీరకశాస్త్రాచార్యపీఠమును 1762 లో అలంకరించెను. కప్పకళేబరముపై తాను కావించుచున్న పరిశోధనల సందర్భమున కప్పకాలికండరములు కొన్ని పరిస్థితులలో అకస్మాత్తుగా సంకోచించు ననువిషయమును కనుగొనెను. కాని, దానికి కారణము కప్పకళేబరమందు జనించిన విద్యుత్తు అనియే చెప్పెను గాని, దాని సరియైన కారణమును కనిపెట్టలేదు. తరువాత మరియొక ఇటలీ దేశస్థుడు వోల్టా దానికి సరియైన సమాధానమును నిరూపించెను. అయినను, ఈ విద్యుత్సంఘటనకు గాల్వనీ విద్యుత్ ప్రవాహము అని పేరు వచ్చినది. ఎమ్. శ.

**గాల్వనీమీటరు :** చూ. విద్యున్మాపకము.

**గియాక్, విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్ (జననము 1895) :** అమెరికా రాసాయనికుడు. నయాగరా జలపాతమువద్ద నగరములో జన్మించెను. కాలిఫోర్నియా యూనివర్సిటీలో డాక్టరేట్ పట్టమును పొంది (1922) అక్కడనే అధ్యాపకుడై 1934 లో ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. తన

జీవితమంతయు, సాధ్యనిమ్న తాపక్రమములయందు ద్రవ్య ధర్మముల పరిశీలనకు అంకిత మొనర్చినాడు. దీనికై ఈతనికి ప్రాప్తమైన ఇతర సమ్మానము లటుండ 1949 లో నోబెల్ బహుమానము వితరించబడినది. రెండవ ప్రపంచ సంగ్రామ కాలమందు ఈతడు యునైటెడ్ స్టేట్స్ ప్రభుత్వ నియోగమున రహస్యశాస్త్రీయ పరిశీలనలకు పూనుకొనెను.

మే. వ. న.

**గిల్బర్ట్, విలియమ్** (1544 - 1603) ; ఇంగ్లీషు వైద్యుడు ; మొదటి ఎలిజబెత్ రాణికి సమకాలీనుడు ; ఆవిడ స్వంత వైద్యుడుకూడను. కేంబ్రిడ్జిలో వైద్యవిద్య యందు నిష్ణాతుడై వైద్యవృత్తిని అవలంబించెను. కోపర్నికస్, గెలిలియోతోపాటు 16 వ శతాబ్దమునకు సమకాలిక మగు జ్ఞానపునరుద్ధరణ యుగమును స్థాపించినవారలలో ప్రధానుడు. ఈయన అయస్కాంతశాస్త్ర సృష్టికి బ్రహ్మ. అయస్కాంతశాస్త్రమునందు నేడు కననగుమూలసూత్రము లన్నియు ఈయన పరిశోధన ఫలితములే. భూమి ఒక పెద్ద అయస్కాంతమని చెప్పినది గిల్బర్ట్. స్థిరవిద్యుత్ శాస్త్రమున ప్రథమ పాఠముల రచించెను. శాస్త్రపరిభాషలో ఎలక్ట్రిసిటీ, ఎలక్ట్రికల్ అట్రాక్షన్ (విద్యుతాకర్షణ), ఎలక్ట్రిక్ బలము, అయస్కాంతధ్రువము అను పదముల ప్రవేశపెట్టెను. ఖగోళశాస్త్రమందు ఈయన కోపర్నికస్ అనుయాయి. 'డిమేగ్నెటే' అను ఈయన రచించిన గ్రంథము ఇంగ్లండులో ప్రచురితమైన ప్రథమ శాస్త్రీయ ఉద్గ్రంథము.



విలియమ్ గిల్బర్ట్

కొ. సు. రా.

**గుప్తోష్ణత** : చూ. ఉష్ణతామితి ; పు. 217.

**గుమ్మటము** : పిల్లలాడుకొను రబ్బరు బుడగలను సాధారణముగ అందరు చూచియే ఉందురు. గాలికి చొరరాని ద్రవ్యముతో వాటిని చేయుదురు. వాటిని గాలితో నింపినపుడు తేలికయై వాతావరణములో పైకి తేలిపోగల సామర్థ్యము నవి పొందును.

**గుమ్మటములలో రకములు** : గుమ్మటములలో పలు రకము లున్నవి. పిల్లలాడుకొను రబ్బరుబుడగలను ఆడుకునే గుమ్మటము లందురు. పెద్ద గుమ్మటము వ్యాసము ఒకటి రెండు వందల అడుగులవరకును ఉండును.

వాతావరణ పరిశీలనకు ఉపయోగించు గుమ్మటములు లేదా వాతప్లవములకు అన్వేషణవాతప్లవము (రేడియోసాండే) లను ప్రత్యేక నామము కలదు. కొన్ని గుమ్మటములను పరిశీలనకై ఆకాశములో పైకివదలి అవి యథేచ్ఛగ పోకుండ త్రాళ్ళచేతనో, తీగలచేతనో వాటిని భూమిపై లాగిపట్టుదురు. అట్టి గుమ్మటములను బంధిత వాతప్లవము లనియును, పరిశీలనవాతప్లవము లనియును పేర్కొనవచ్చును. ఇక ఆకాశములో స్వేచ్ఛగా ఎగిరిపోనిచ్చిన గుమ్మటములకు 'స్వేచ్ఛావాతప్లవము' అని పేరు. స్వేచ్ఛావాతప్లవములలో సంచాల్యవాతనౌక (డిరిజిబుల్) అనునది ఒక ప్రత్యేకరకము. దీనియందు దాని గమనదిశను మార్చుటకనువుగ కొన్ని పరికరము లమర్చబడియుండును.

గుమ్మటపు భాగము : గుమ్మటమునందలి ముఖ్యమైన భాగము వాయుదృఢమైనసంచి. పట్టుబట్టతోగాని, నూలుబట్టతోగాని, మెత్తనిచర్మముతోగాని, దానిని నిర్మించి గాలి చొరకుండునట్లు చేయుటకై దీనిపైన రబ్బరు లేదా వార్నిషుపూత పెట్టుదురు. ఈ సంచికి పై భాగమున ఒక కవాటమును, దిగువభాగమున తెరచియున్న గొట్టము ఉండును. ఈ గొట్టముగుండా వాయువును పంపించి ఆ సంచిని నింపుదురు. ఎత్తున కెగిరిన గుమ్మటమును క్రిందికి దింపుటకుగాను కవాటమును నెమ్మదిగ తెరచి క్రమముగ సంచియందలి గాలిని వదలివేతురు. సంచికి అడుగున సంచి నుండి త్రాళ్ళచే వ్రేలాడదీయబడి ఒకతొట్టె ఉండును. గుమ్మటమునందు ప్రయాణముచేయువారు ఈ తొట్టెలో కూర్చునియుందురు. గుమ్మటమును క్రిందికి దింపవలసి వచ్చినప్పుడు సంచి పైభాగమునఉన్న కవాటము ఈ తొట్టెలో నుండియే తెరచుటకు వీలుగనుండును.

సమతాపమండల అవేక్షణలకై ఉపయోగించు గుమ్మటములలో సంచికి అడుగుభాగమున తొట్టెకుబదులు వాయుదృఢమైనగోళ ముండును. ఇట్టిగోళమునకు 'గోండోలా' అని పేరు. మొట్టమొదట వినోదమునకై గుమ్మటములను నిర్మించిన కాలమందు గుమ్మటపు సంచులందు వేడిగాలి నుపయోగించుచుండెడివారు. నేటికిని ఇటువంటి గుమ్మటములు 'ఆకాశబుట్ట' లనుపేర వదలబడుట చూచుచుందుము. కాని, హైడ్రోజన్ వాయువును విరివిగ తయారుచేయుట తెలిసికొనినప్పటినుండియు వేడిగాలికంటె హైడ్రోజన్ చాల తేలికయగుటచే గుమ్మటము బుట్టలలో దానినే ఉపయోగించుట మొదలిడిరి. కాని, ఆ తరువాత చౌక యను కారణమున బొగ్గుగాలిని ; నిరపాయకర

మను కారణమున హీలియమ్‌నుకూడ గుమ్మటములందు వాడుటను ప్రారంభించిరి.

గుమ్మటము పనిచేయు విధము: నీటిలో పడవ ఏల తేలుచున్నదో అదే కారణముచేత వాతావరణములో గుమ్మటము తేలుచున్నది. ఏదియైన ఒక వస్తువు ప్రవాహిలో తేలవలెనన్నచో ఆ వస్తువుబరువుకంటె ఆ వస్తువు తొలగజేయు ప్రవాహిభారము అధికముగ ఉండవలెను. అందుచేత గుమ్మటములను గాలిసాంద్రతకు తక్కువ సాంద్రతగల వాయువులచే నింపినపుడు ఈ బుట్టలు తేలికయై అవి స్థానభ్రంశమొనరించిన గాలిబరువు తమ బరువుతో సమానమగువరకును వాతావరణములో పైకిపోవును.

సమతాపమండల అవేక్షణలకై ఉపయోగించు గుమ్మటములసంచులను వాయువుతో పూర్తిగ నింపరు. సమతాప మండలమందు వాయుప్రేషము అత్యల్పమైయుండుటచేత పైకిపోయిన కొలది క్రమముగ గుమ్మటము సంచియందలి గాలి వ్యాకోచించి దానిని పూరించును.

గుమ్మటమును క్రిందికి దింపవలసివచ్చినప్పుడు దాని సంచిలోని వాయువును సంచికి పై భాగమందున్న కవాటము ద్వారా క్రమముగ వదలివేయుదురు. అప్పుడు గుమ్మటపు బరువు అది స్థానభ్రంశమొనరించు గాలిబరువు కంటె ఎక్కువయై గుమ్మటము క్రిందికి దిగును.

గుమ్మటమునందు సాధారణముగ కొంత బరువును కూడ తీసికొనిపోవుదురు. ఈ బరువును నేలపై పార వేయుటవలన, దానిని సర్దుబాటుచేయుటవలన గుమ్మటము పైకిలేచే ఎత్తులో మార్పును తేవచ్చును.

చరిత్ర: గుమ్మటములను నిర్మించుకొని వాని సహాయమున వాతావరణములో పైకెగురవచ్చు నను అభిప్రాయము మానవునకు చాలకాలము క్రిందటనుండి ఉన్నది. కాని, గుమ్మటములను వాస్తవముగ మొట్టమొదట నిర్మించినవారు ఫ్రాన్స్‌దేశీయులగు మాంట్‌గోల్ఫియర్ సోదరులు. వాతావరణములో తేలియాడుచున్న మేఘములను గాంచి మేఘములందున్నట్లుగనే ఏదియైనను పెద్ద గాలి చొరరాని సంచిలో ఆవిరిని బంధించినచో అది పైకిపోవుచు తనతో కూడ ఆ సంచిని తోడ్కొనిపోవునని వారు తలచిరి. ఆ అభిప్రాయముతోనే వారు చితుకులమంట నొకదానిని చేసి ఆ మంటనుండి వచ్చిన పొగను, ఒక సంచిలో పట్టి 1783 వ సంవత్సరము జూన్ 5 వ తేదీని 'ఎనోనె' అనే ప్రదేశమునుండి ఆ సంచిని గాలిలోనికి వదలిరి. ఆనాడావిధముగ వారు నిర్మించిన గుమ్మటము పరిధి సుమారు 105'. మంటనుండి వచ్చిన పొగయో లేదా ఆవిరియో పైకిపోవుచు తనతోకూడ గుమ్మటమును పైకి గొనిపోయినదని వారు తలంచిరి. కాని, గుమ్మటపు సంచియందలి వాయుతాపక్రమము పరిసరవాతావరణ తాపక్రమముకంటె అధికమగుటవలన అందలి వాయుఅణు సాంద్రత తక్కువై గుమ్మటము గాలిలో తేలిపోవుచు పైకి లేచిపోవుచున్నదనుట సత్యమే. అందువలన గుమ్మటపు సంచియందలి గాలిచల్లబడిన వెంటనే మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరులు నిర్మించుకొనిన పరికరము క్రిందికి దిగిపోయినది.

మాంట్‌గోల్ఫియర్ సోదరుల తరువాత గుమ్మటములను నిర్మించుటకై పూనుకొనినవారిలో ముఖ్యులు రాబర్ట్ సోదరులు. ఫ్రాన్స్‌దేశ భౌతికవిజ్ఞాని. జె. ఏ. సి. చార్లెస్ సలహా ననుసరించి వీరు తమ గుమ్మటములందు వేడిగాలికి బదులు హైడ్రోజన్‌ను వాడిరి. వీరు నిర్మించుకొనిన గుమ్మటము 1783 వ సంవత్సరము ఆగస్టు 27 వ తేదీని చాంప్ డిమార్సీవద్ద గాలిలోనికి వదలబడినది. హైడ్రోజన్ ఉపయోగించి తయారుచేసిన గుమ్మటములలో ఇదియే మొదటిది.

మాంట్‌గోల్ఫియర్ సోదరులు ఎగురవేసిన మొదటి గుమ్మటమునందుగాని, రాబర్ట్‌సోదరుల గుమ్మటమునందు గాని జంతువులేమియును ప్రయాణము చేయలేదు. మాంట్ గోల్ఫియర్ సోదరులలో నొకడైన జోసెఫ్ వేడిగాలితో నింపబడిన గుమ్మటపుసంచికి బోను నొకదానిని వ్రేలాడదీసి దానిలో నొక గొర్రెను, కోడిపుంజును, బాతును బంధించి 1783 సెప్టెంబరు 19 వ తేదీని ఆ గుమ్మటమును గాలిలోనికి వదలెను. గుమ్మటములో వాతావరణమునందు జీవులు విహరించుటకు అదే ప్రారంభము.

గుమ్మటమునెక్కి వాతావరణములో మొట్టమొదట ప్రయాణము చేసినవాడు జీన్-డి-రోజయర్. 1783 అక్టోబరు 15 వ తేదీని అయన ఆకాశములో మొదట ఎగిరినాడు.

అందులకై ఆయన ఉపయోగించినది వేడిగాలితో కూడిన బంధితవిమానము. ఆ సంవత్సరమందే డిసెంబరు 1వ తేదీన హైడ్రోజన్ గుమ్మటమునందు పారిస్‌నగరమున చార్లెస్‌విజ్ఞాని పైకిఎగిరినాడు. ఆనాడందులకై ఆయన ఉపయోగించిన గుమ్మటము అన్నిటికంటెనుకూడ బాగుగ నిర్మితమైనది. ప్రస్తుతపు గుమ్మటములందున్న భాగములన్నియు మొట్టమొదటి సారిగ ఆ గుమ్మటమునందే కాననగును.

ఇంతవరకును జరిగిన గుమ్మటపు ఉడ్డయనము లన్నియును నేలమీదుగా నొనర్పబడినవే. 1785 జనవరి 7 వ తేదీని జీన్ పేరీబ్లాన్‌చర్డు, జె. జె. ఫ్రీజ్ అనువారలిరువురును కలసి డోవర్‌నుండి బయలుదేరి ఇంగ్లీషుచానల్ మీదుగ గుమ్మటములో ప్రయాణముచేసి, ఫ్రాన్స్ దేశతీరమున

గ్వినెస్ అడవులలో దిగిరి. సముద్రము మీదుగా గావింపబడిన గుమ్మటపు ఉడ్డయనములలో ఇదియే మొదటిది. ఆ తరువాత పైలెటర్ డీ రోజర్ అను నాతడుకూడ ఇంగ్లీషు చానల్‌ను దాటుటకై హైడ్రోజన్ గుమ్మటమును నిర్మించుకొని బాలోన్‌నుండి ఉడ్డయనము సాగించెను. గాని, మార్గమధ్యమున హైడ్రోజన్ గుమ్మటమును నిప్పంటుకొని మండిపోవుటచే అతడు సముద్రమునబడి చనిపోయెను.

రోజర్ చనిపోయినక్రొత్తలో గుమ్మటపు ప్రయాణమునందు తాత్కాలికముగ కొంత ఉత్సాహము తగ్గినది. కాని, ఆతరువాత క్రమముగ ఆ విషయము పాతబడిపోయిన పిమ్మట తిరిగి వివిధదేశములవారును గుమ్మటము నిర్మాణమునందు హెచ్చు ఆసక్తితో కృషిచేసిరి. పెద్దపెద్ద గుమ్మటములుకూడ పెక్కులు ఆ సమయములోనే నిర్మితమైనవి. చార్లెస్‌గ్రీన్ అను ఇంగ్లండువాసి వేడిగాలికిని, హైడ్రోజన్ బదులు బొగ్గుగాలిని గుమ్మటపు బుట్టలను నింపుటకై ఉపయోగించెను. హైడ్రోజన్‌కంటె బొగ్గుగాలి చౌకయగుటచే ఆ వాయువు ఉపయోగించుటవలన నిర్మాణముకూడ తక్కువ వ్యయముతో జరిగినది.

యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌వాసి జాన్‌వైజ్ అనునతడు పెద్దగుమ్మటము నొకదానిని నిర్మించుకొని దానిపై అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమును దాటు ప్రయత్నము లొనర్చెను. అందులకై అతడు 1873 సెప్టెంబరునెలలో గుమ్మటపు బుట్టయందు రమారమి 325 ఘ. అ. వరకు గాలినికూడ నింపెను. కాని, అంతలో దానియందు ఒక చిరుగు పడుటచే ఆప్రయత్నము అంతటితోనే ఆగిపోయెను. ఆతరువాత గుమ్మటముపై అట్లాంటిక్ సముద్రమును దాటుటకై ఎవరును ప్రయత్నముచేసినట్లు కనిపించదు. గుమ్మటముపై ఎక్కువ దూరప్రయాణమును 1914లో హేన్స్‌బెర్లినర్ అను జర్మనీదేశీయుడు చేసెను. ఆయన ప్రయాణముచేసిన దూరము 1896.8 మైళ్ళు. స్టెవినస్, ఆండర్సన్ అను వారిరువురును కలసి ఎక్స్‌ప్లోషర్ (ii) అను గుమ్మటములో 1935లో 72,395 అడుగుల ఎత్తుకు ఎగిరిరి. గాలిలో వారు 8 గంటల 13 నిమిషములు ఉండిరి. దానికి మించినఎత్తునం దెప్పుడు మనిషికూర్చున్న గుమ్మటము ఎగురలేదు.

గుమ్మటములను మొట్టమొదట నిర్మించినపుడు గాలిలో వినోదార్థమై ఎగురుటకుమాత్రమే అవి ఉద్దేశింపబడినను వాటి నిర్మాణవిధానములలో క్రమముగ మార్పులువచ్చిన తరువాత, వైజ్ఞానికావేక్షణలయందును, యుద్ధమందును కూడ వాటిని ఎక్కువగ ఉపయోగించుచుండెడివారు. వాతావరణమందు ఉన్నతస్తరములందలి స్థితిగతులను తెలిసి కొనుటకును, స్ట్రాటోవరణముల పరిశోధనలయందును, విశ్వకిరణములనుగూర్చిన పరిశోధనయలందును వానిని ఎక్కువగ ఉపయోగించుచున్నారు. గుమ్మటములో ఎగురుటను వైజ్ఞానికావేక్షణలకై ఉపయోగించిన ప్రథమగౌరవము చార్లెస్ విజ్ఞానికే దక్కును, కాని, కేవలము వైజ్ఞానికావేక్షణలనే లక్ష్యముగ నొనర్చుకొని గుమ్మటముపై ఉడ్డయనము గావించినవారిలో మొట్టమొదటివాడు జెఫ్రీస్ (1784). ఆ తరువాత వాతావరణస్థితిగతులను కనుగొనుటకై పలువురు సత్యాన్వేషకులు గుమ్మటములలో పైకెగిరిరి. ఈ ఉడ్డయనములలో వారు ముఖ్యముగ తెలిసికొనగోరినది, ఎత్తునకుపోయినకొలది వాతావరణతాప క్రమము నందును, నీటిఆవిరి పరిమాణమునందును, దాని రచనయందును కలుగుమార్పులు. దాని వాసయోగ్యతనుకూడ నిర్ణయించుట వారిఅవేక్షణలలో నొక ముఖ్యాంశము. గాలిచొరని 'గోండోలా' ను నిర్మించుకొని ఎక్కువ ఎత్తునకు అనగా, అత్యల్పప్రేషమునందున్న ప్రదేశములకు ఎగిరినపుడు మానవుడు జీవించుటకవసరమైనగాలిని అందులో సమకూర్చుకొని దానిలో ఎక్కి మొట్టమొదటిసారిగ సమతాప మండలములోనికి గుమ్మటముపై ఉడ్డయనము గావించిన వాడు ఆగస్ట్ పిక్కర్డ్. ఆయన ఈ ఆవేక్షణలందు సమతాపమండల గాలిస్థితిగతులను గూర్చియేగాక అక్కడ విశ్వవికరణము గూర్చికూడ అవేక్షణలు సాగించెను.

స్ట్రాటోవరణము కంటె ఎక్కువ ఎత్తుకు గుమ్మటమునందాసీనుడై మానవుడు ఉడ్డయనము నొనరించుట చాల ప్రమాదకరము. పైగా, ఆ అధికోన్నతులలో మానవుడు జీవించియుండుటకవసరమైన సామగ్రికంతకును దానిలో స్థానమేర్పరచవలసి వచ్చుటచే ఈ సామగ్రియొక్క బరువువలన గుమ్మటము ఎగురు ఎత్తుకూడ తగ్గిపోవును. అందుచేత, స్ట్రాటోవరణ అవేక్షణలకై మానవులులేని గుమ్మటముల నుపయోగించుట కూడ 1930 నుండి ఆచరణలోనికి వచ్చినది. ఇట్టివానికి 'అన్వేషణవాతప్లవము' అని పేరు. ఈ గుమ్మటములందున్న పరికరములు తమంతటతామే వాతావరణమున వేర్వేరుస్తరములందున్న స్థితిగతులను గ్రహించుచు గుమ్మటములందున్న రేడియో పరికరము ద్వారా ఎప్పటికప్పుడు భూతలమందున్న అవేక్షణకేంద్రమునకు పంపించును. నిర్దిష్టమైన కొంత ఎత్తునకు ఎగిరిన పిమ్మట ఈ గుమ్మటము పగిలిపోయి అందలి పరికరములు మాత్రమే దిగువకు పడిపోవును గాని, గుమ్మటము పగిలిపోయిన పిమ్మట దానియందున్న 'గుమ్మటపు గొడుగు' విప్పుకొనుటచే సాధారణముగ అందలి పరికరములు భూమిని భద్రముగనే చేరును.

18 వ శతాబ్దమునుండియే యుద్ధములో గుమ్మటములను వాడుటకై ప్రయత్నములు జరిగినవి. అయితే 19 వ శతాబ్దమందుగాని, వానిని విజయవంతముగ నుపయోగించుట సాధ్యముకాలేదు. ఫ్రాంకోప్రష్యన్ యుద్ధమందు గుమ్మటముల నుపయోగించుట విజయవంతముగ సాగలేదు. కాని, గాలిలో ఎగురుచున్న గుమ్మటములను పడగొట్టు సాధనము కనుగొనవలసిన ఆవశ్యకతను మాత్రము వివిధ దేశీయుల దృక్పథము నాకర్షించినది. ప్రథమప్రపంచ మహాసంగ్రామ (1914-18) సమయమున శత్రుసైన్యములను అవేక్షించుటకై గుమ్మటములను విరివిగ ఉపయోగించిరి. ఇందులకై గాలిలో కొంతసేపు స్థిరముగ నిలబడు ఆకారముగల గుమ్మటములను నిర్మించుకొనిరి.

ద్వితీయ ప్రపంచ సంగ్రామ (1939 - 45) కాలములో శత్రువిమానదాడులనుండి రక్షించుకొనుటకై లండన్‌నగరమందును ఓడలమీదను కూడ గుమ్మటముల నుపయోగించిరి; ఇవి బిగించబడిన గుమ్మటములు. ఇవి 10,000 అడుగుల ఎత్తున ఎగురుచుండును. ఇవి సాధారణముగ మూడేసి కలసి ఒక కూటమిగా నుండును. వాటిలో ఒకటి మధ్యను, మిగిలిన రెండును చెరియొకప్రక్కను ఎగురుచుండును. ఈ మూడింటిని బంధించుచు త్రాడొకటి ఉండును. ఈ త్రాడు నుండి ఉక్కుఊచలు వ్రేలాడుచుండుటచే బాంబు ప్రయోగించుటకై వచ్చిన శత్రువిమానములు ఈ అడ్డును తప్పించుకొనుటకు 10,000′ల ఎత్తుకు పైనుండియైనను పోవలెను; లేదా భూమికి చాల చేరువగ నుండియైనను రావలెను. 10,000′ల ఎత్తుకుపైన ఎగురుచున్నప్పుడు లక్ష్యమునకు సూటిగ తగులునట్లు బాంబు గురిచేయుట కష్టము. ఇక భూమికి చేరువనుండివచ్చినచో విమాన విధ్వంసి తుపాకులకు గురియగుట తథ్యము. ఇట్టి గుమ్మటములకు బరాజ్ గుమ్మటము లనిపేరు. ఇట్లు ద్వితీయ ప్రపంచ సంగ్రామములో గుమ్మటములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి. అ. వెం. సూ. రా.

**గురుత్వాకర్షణము :** ఈ జగత్తులోనుండు ప్రతివస్తువు ఇంకొకవస్తువును ఆకర్షించుచు దానిచేత ఆకర్షించబడుచునే ఉండును. వస్తువుల మధ్యనుండు ఈ ఆకర్షణ బలమునకు 'గురుత్వాకర్షణ (గ్రావిటేషన్)' అని పేరు. గురుత్వ మనగా బరువు. ఆకర్షణ బలము వస్తువుల బరువును బట్టి ఉండును. కాబట్టి, దీనికి 'గురుత్వాకర్షణ' మని పేరు వచ్చినది. ఈ బలము పరస్పరము ఆకర్షించుకొను వస్తుభారముల గుణన ఫలమునకు అనులోమముగను, వస్తువుల మధ్యదూర వర్గమునకు ప్రతిలోమముగను మారుచుండును. రెండు వస్తువుల భారములు $M_1$, $M_2$ను, వాటి మధ్య దూరము d అయినప్పుడు వాటి మధ్య ప్రవర్తించు గురుత్వాకర్షణ బలము :

$$F = G \times \frac{M_1 \times M_2}{d^2}.$$

ఈ సమీకరణములో G స్థిరాంకము. దీనికి 'గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకము' అని పేరు. భారములను గ్రాములలోను, దూరమును సెం. మీ.లోను తెలిపినపుడు G మూల్యము 1/1,50,00,000 లేదా $6.6 \times 10^{-8}$ అగును. గురుత్వాకర్షణము పరస్పరాకర్షణమును చూపుచున్న వస్తువుల భారముల ననుసరించి ఉన్నను, వస్తువుల భౌతిక, రాసాయనిక స్థితితోగాని, వాటి మధ్యనుండు అంతరాళ స్వభావముతోగాని సంబంధించి ఉండదు.

కెప్లర్ (1571 - 1630) అను జర్మను గణితవేత్త, ఖగోళ విజ్ఞాని ఖగోళములను గురించిన తన ప్రత్యవేక్షణములను ఆధారము చేసికొని సూర్యునిచుట్టు గ్రహముల గతుల శాసించు క్రింది నియమములను కల్పించెను :

1. గ్రహము సూర్యునిచుట్టు తిరుగుమార్గము దీర్ఘవృత్తాకారముగ ఉండును. ఈ దీర్ఘవృత్తము యొక్క ఒక కేంద్రము వద్ద సూర్యుడు ఉండును.
2. సూర్యుని నుండి గ్రహము వరకు వ్యాపించు దీర్ఘవృత్తపు సదిశత్రిజ్య (రేడియస్ వెక్టార్) సమకాల వ్యవధులలో సమ క్షేత్రముల దాటుచుండుటకు వీలగునట్లు గ్రహభ్రమణ వేగము కక్ష్యయందు వివిధ భాగముల మారుచుండును ;
3. గ్రహముల కక్ష్యాభ్రమణ కాలవర్గములు సూర్యునినుండి వాటి మధ్యమదూర ఘనముల నిష్పత్తిలో ఉండును;

ఈ పైని కనపరచిన కెప్లర్ నియమములనుండి న్యూటన్ (1642-1727) క్రింది విషయముల ప్రకటించెను :

1. మొదటి నియమమునుండి సూర్యుడు గ్రహమును ఆకర్షించు బలపరిమాణమును లెక్కింపగలిగెను. ఈ బలము సూర్యుని నుండి గ్రహము యొక్క దూరవర్గము ననుసరించి ఉండును ;
2. రెండవ నియమము నుండి కేంద్రీకృతమగు బలముచే గ్రహము సూర్యునివైపు ఎల్లప్పుడును లాగబడునని కనుగొనగలిగెను ;
3. మూడవ నియమము నుండి వివిధ గ్రహములపై సూర్యుడు నెరపు బలముల మధ్యనున్న సంబంధమును వ్యక్తపరచెను.

గ్రహగతులను శాసించు నియమములను వెల్లడించినవాడు కెప్లర్ అయినను, వాటి అంతరార్థమగు గురుత్వాకర్షణ నియమమును బోధపరచుకొని, సహేతుకముగ సూత్రీకరించగల్గినవాడు న్యూటన్. తనపైనున్న వస్తువులపై భూమి ఎట్టి ఆకర్షణబలమును ప్రయోగించునో ఆ మాదిరి ఆకర్షణబలమునే దూరముగానున్న చంద్రునిపై కూడ ప్రయోగించుచున్నది. కాని, భూమిపైనున్న వస్తు

వుల కన్న చంద్రుడు చాల దూరమున ఉండుటచే దూర వర్గమునకు ప్రతిలోమముగా చంద్రునిపై భూమి గురుత్వాకర్షణబలము తగ్గియుండును. భారమంతయు గోళ కేంద్రముననే ఇమిడియున్నట్లు తనపైనున్న వస్తువులపై భూమి గురుత్వాకర్షణబలము నెరపుచున్నది.

**గురుత్వాకర్షణబల ఫలము (సముద్రపు పాటు పోట్లు)**: గెలిలియో, కెప్లర్ ఇద్దరును సముద్రపుపాటుపోట్లు సూర్య చంద్రుల వలన కలుగుచున్నవని సూచించినారు. ఈ సిద్ధాంతమును న్యూటన్, లాప్‌లాస్, దృఢీకరించినారు. ఇందులో చంద్రునిభాగ మెక్కువ. పాటుపోట్లలాభ మేమన సముద్రపునీరు ఒకచోట నిలవయుండకుండునట్లు సంతతము తరచబడుచున్నది. సూర్యునకు కూడ ఈ పని యందు కొంత పాలున్నది. కాని, సూర్యునిపరిమాణము చంద్రునికన్న అనేకవేలరెట్లు అధికమయినను, భూమికి చాల దూరమున ఉండుటచే భూమిపై అతని గురుత్వాకర్షణ ప్రభావ మంత గణనీయమైనది కాదు. నిజమునకు చంద్రునికి సముద్రపు నీటిపై ఉన్న ఆకర్షణబలము సూర్యునికున్న దానికన్న సుమారు మూడురెట్లు అధికముగా ఉన్నది.

సూర్యచంద్రు లిరువురును రెండు పెద్ద అయస్కాంతములట్లు భూమిని లాగుచున్నారు. ఈ లాగుటలో కఠినముగా, నిబిడముగా నున్న భూభాగము ఏ మాత్రము చలించుటకు అవకాశము లేదు. కదలవలె నన్న భూమి అంతయు కదలవలెను. తరళ స్వభావము కలదగుటచే పైనున్న నీరు ఆశ్రయ నిరపేక్షముగా చలించగలదు. దీనినే ఇంకొక విధమున చెప్పవలెననిన, నీటిఆకారము సులభముగా మారు స్వభావము కలది; భూమిది అట్లు కాదు. దీని ఫలమేమన చంద్రుని ఆకర్షణకు గురియైన జలము భూమిపై కుప్పవోసినట్లు ప్రోగుకాగలదు. పోటు కాలమున భూభాగమట్లు లేవదు. ఈ విషయము అతి సూక్ష్మ భూస్పందములను కూడ ప్రదర్శించగల భూకంపలేఖిని యను యంత్రమువలన రుజువైనది.

సూర్యుడు, చంద్రుడు, భూమి సమరేఖపై నుండి సూర్యచంద్రు లిరువురును భూమిని ఆకర్షించుచున్నప్పుడు సముద్రమందు చాల పెద్దపోటు సంభవించును. దీనికి 'గురువేల' అని పేరు. ఇట్టి పోట్లు సంవత్సరము పొడుగున నెలకు రెండుసార్లు అమావాస్యకు, పౌర్ణమికి కలుగుచుండును. సూర్యుడు, చంద్రుడు విషమదిశలలో భూమిని లాగుచున్నప్పుడు సంభవించుపోటుకు 'లఘువేల' అని పేరు. ఇవి శుద్ధ సప్తమి, బహుళ సప్తములప్పుడు కానవగును.

**గురుత్వాకర్షణనియమ వివరణము**: స్థిరాంకమగు 'G' నిర్ధారణతో పూర్ణమగును. భూమిద్రవ్యరాశి 'M' అనియు, R దానియొక్క వ్యాసార్ధమనియు, దానిపైనున్న ఏదేని వస్తువు ద్రవ్యరాశి m అనియు అనుకొనిన గురుత్వాకర్షణ బలము F, క్రింది సమీకరణముచే లెక్కించనగును:

$$F = G \times \frac{Mm}{R^2}$$

భూమియొక్క ద్రవ్యభారమంతయు సంపూర్ణవర్తులమగు గోళపుకేంద్రమున పుంజీభూతమై యున్నదనుకొంటిమి. నిరాటంకముగ ఆకాశమునుండి భూమిమీద పడుచున్న వస్తువునందు కన్పట్టు గతివేగము (త్వరణము) g.

$g = G \times \frac{Mm}{mR^2} = \frac{GM}{R^2}$ అను సమీకరణముచే లభ్యము.

భూమి వ్యాసార్ధము, గురుత్వాకర్షణబలము వస్తువుల యందు పుట్టించు గతివేగము మనకిదివరకే తెలియును. కనుక G, M లలో నేదియైన ప్రయోగముచే నిర్ధారితమైన రెండవది సమీకరణ సహాయమున విదితమగును.

భూమి సగటుసాంద్రత D అగుచో, దాని ద్రవ్యరాశి $M = \frac{4}{3}\pi R^3 \times D$ అగును. కాగా, భూమి సగటుసాంద్రతనులెక్కించుట, Gని లెక్కించుటయను రెండును ప్రాయోగికముగా నొకటియే. అనగా, భూపరిమాణము, భూతలముపై భూమ్యాకర్షణఫలితమగు త్వరణము ఈ రెండింటి జ్ఞానము మనకున్నచో D తెలిసిన Gని, G తెలిసిన Dని తెలిసికొనవచ్చును.

ఈ ప్రయోగములు రెండు తరగతులుగా ఉన్నవి. అందు మొదటి తరగతికి చెందిన ప్రయోగములలో ఒక నియత భూభాగమునుగాని, ఒక పర్వతమునుగాని ఎంచుకొని ఖనిజశాస్త్ర పద్ధతినిగాని, భూమితి (సర్వే) పద్ధతినిగాని ఆవస్తువు ద్రవ్యరాశిని, దాని రూపమును యథార్థముగా నిర్ణయింతురు. ప్రక్కకు తేబడిన సీసగోళముపైగాని, పైనుంచిన లోలకముపైగాని ఆవస్తువు నెరపు ఆకర్షణబలమును, భూమిఅంతయు సీసగోళముపైగాని, లోలకముపైగాని నెరపు ఆకర్షణబలముతో సరిపొల్చి చూతురు:

$$F_1 : F_2 \; :: \; M_1 : M_2$$

అను నిష్పత్తినుండి $M_1$ తెలిసిన $M_2$ను సులభముగా లెక్కింపవచ్చును.

రెండవ తరగతి ప్రయోగములలో - అనగా, శోధనాగారములలో తరచుగా వాడుకలోనున్న ప్రయోగములలో స్వల్పద్రవ్యరాశి గల వస్తువు చిన్నలోలకముపై ప్రదర్శించు ఆకర్షణబలమును నిర్ణయించుదురు. ఆకృష్ట,

ఆకర్షక వస్తువుల ద్రవ్యరాశులు, ఆ వస్తువులమధ్యనుండు దూరమును విదితములు. కనుక G మూల్యమును :

$F = \frac{M \times m}{r^2} \times G$ అను సమీకరణమునుండి సులభముగా సంపాదించవచ్చును.

సాపేక్షత - గురుత్వాకర్షణము : వస్తువుల పరస్పరాకర్షణవ్యాపారమే గురుత్వాకర్షణయని న్యూటన్ వివరించెను. ఆకర్షించబడు వస్తువునందు కన్పట్టు గతిత్వరణము తప్ప రెండు వస్తువులమధ్య గురుత్వాకర్షణ ఉన్నదనుటకు వేరు నిదర్శనములు ఎవ్వియును లేవు. ఆకృష్టవస్తు త్వరణము దానికి కారణమగు ఆకర్షణబలము ఆకృష్టద్రవ్యరాశిచే భాగించిన లభించును. కనుక ఆకర్షణబలమునకును, ఆకర్షిత వస్తువునకును సంబంధమున్నటుల కనబడదు. ఈ చిక్కులేకుండ చేయుటకై ఐన్‌స్టయిన్ గురుత్వాకర్షణకు కారణము అన్యోన్యము దూరముగానున్న వస్తువులమధ్యనున్న ఆకర్షణ వ్యాపారము కాదనియు, వస్తువులచుట్టునున్న అంతరాళము వస్తుద్రవ్యరాశి యొక్క ప్రభావమున ఒక విధమగు మార్పునకు లోనగుననియు, ఆ వికృతి ఫలితముగా అంతరాళమందు ఒక వంకర ఏర్పడుననియు నిరూపించెను. అయస్కాంతముచుట్టు అంతరాళమున అయస్కాంతక్షేత్ర మున్నటులను, విద్యుదావిష్ట వస్తువుచుట్టు విద్యుత్‌క్షేత్రమున్నటులను, సామాన్యవస్తువుచుట్టు గురుత్వాకర్షణక్షేత్ర మొకటి ఉండునని ఐన్‌స్టయిన్ సాపేక్షతావాదము (చూ. సాపేక్షతావాదము). సాపేక్షతావాద కృతమగు దృక్పథమందలి మార్పుచే గురుత్వాకర్షణక్షేత్రము తనయందు ప్రవేశించిన వస్తువునందు వస్తుస్వభావ నిరపేక్షముగా త్వరణమును పుట్టించునను విషయము బయలుపడినది. భూతలముపై సంకుచిత దేశమున మనకనుభూతమగు గురుత్వాకర్షణక్షేత్రము దానియందు నిరాటంకముగా కదలుచున్న ప్రతివస్తువుపై సెకను సెకనుకు ఇంచుమించు 32 అడుగుల పరిమాణముగల త్వరణమును కలుగజేయు చున్నది. అట్లే సూర్యుని చుట్టునున్న గురుత్వాకర్షణక్షేత్ర మూలమున సూర్యుని దగ్గరనుండి నియతదూరములో నున్న ఒక గ్రహము సూర్యునివైపు పొందు త్వరణము సూర్యునిచే ఉత్పాదితమైనది. కాని గ్రహప్రభావముచే కలిగినది కాదు. త్వరణభావసహాయముచే గురుత్వాకర్షణమును వివరించి ఐన్‌స్టయిన్ తన సాపేక్షతావాదమును విస్తరించెను. కె. వెం.

**గెడోలినమ్ :** అపురూపమృత్తులకు చెందిన ధాతుమూల ద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 64, సంకేతము Gd ; పరమాణుభారము 157·26. 1880లో జె. సి. మారిగ్‌నాక్ మొదట దీని ఉనికిని కనుగొని గెడోలినమ్ అనుపేరు పెట్టెను. అయస్కాంత శీతలీకరణ సూత్రముపై అత్యల్ప (1°K) తాపక్రమమును పొందుటకు గెడోలినమ్ లవణములు విరివిగా నేటి పరిశోధనాగారాదులలో ఉపయోగింపబడు చున్నవి * * *

**గెలీనా :** ఇది సీసముయొక్క ముడిఖనిజము. దీని అణుసాంకేతిక స్వరూపము PbS ; కాఠిన్యత్వ 2·5 (మోహ్ మానము), విశిష్టగురుత్వము 7·5 సిద్ధాంతరీత్యా. గెలీనాలో 86·6% సీసము, 13·4% గంధకము ఉన్నట్లు అంగీకరించినప్పటికిని రజితమాలిన్యములు కూడ ఉండును. * * *

**గెలీలియో (1564 - 1642) :** ఇటలీదేశపు భౌతికశాస్త్రవేత్త. బాల్యమునుండియు ఇతనికి రేఖాగణితము, యంత్రశాస్త్రములయందు అభిమానము మిక్కుటముగా ఉండెను. చర్చిలో ఊగులాడు దీపపుగోళమును పరిశీలించి, నాడి చూచుకొనుచు, ఆ గోళము ఎక్కువదూరము ఊగినను, తక్కువదూరము ఊగినను ఒకటే కాలము పట్టునను విషయమును గ్రహించి, ఇతడు గడియారములలోని లోలకము (పెండ్యులము) సాధనములకు మూలసూత్రమును నిర్వచించెను. అరిస్టాటిల్ అను పూర్వాచార్యునివాక్యములు అసత్యములని నిరూపించుటకు ఈతడు పీసానగర గోపురమునుండి ఒకటి పెద్దదియు, మరియొకటి చిన్నదియునగు రెండు గుండ్లను నేలపైకి ఒకే కాలమున జారవిడిచెను. రెండును నేలను ఒకేక్షణమున తాకినవి. ప్రకృతినే ప్రశ్నించి ప్రయోగముల మూలమున సత్యమును నిర్ధరింపవలయునుగాని 'ఎంతటి వారైనను ఒకరివాక్యమును నమ్మకోకూడ'దని గెలీలియో సిద్ధాంతము. మొదటిసారిగా దూరదర్శని (టెలిస్కోపు)ను నిర్మించి తెల్లతెల్లగా ఆకాశమున కనుపించు 'పాలవెల్లి' లో లక్షలకొలది నక్షత్రములు దగ్గరగా ఇమిడియున్నవని గ్రహించి అతడు విశదము చేసెను.

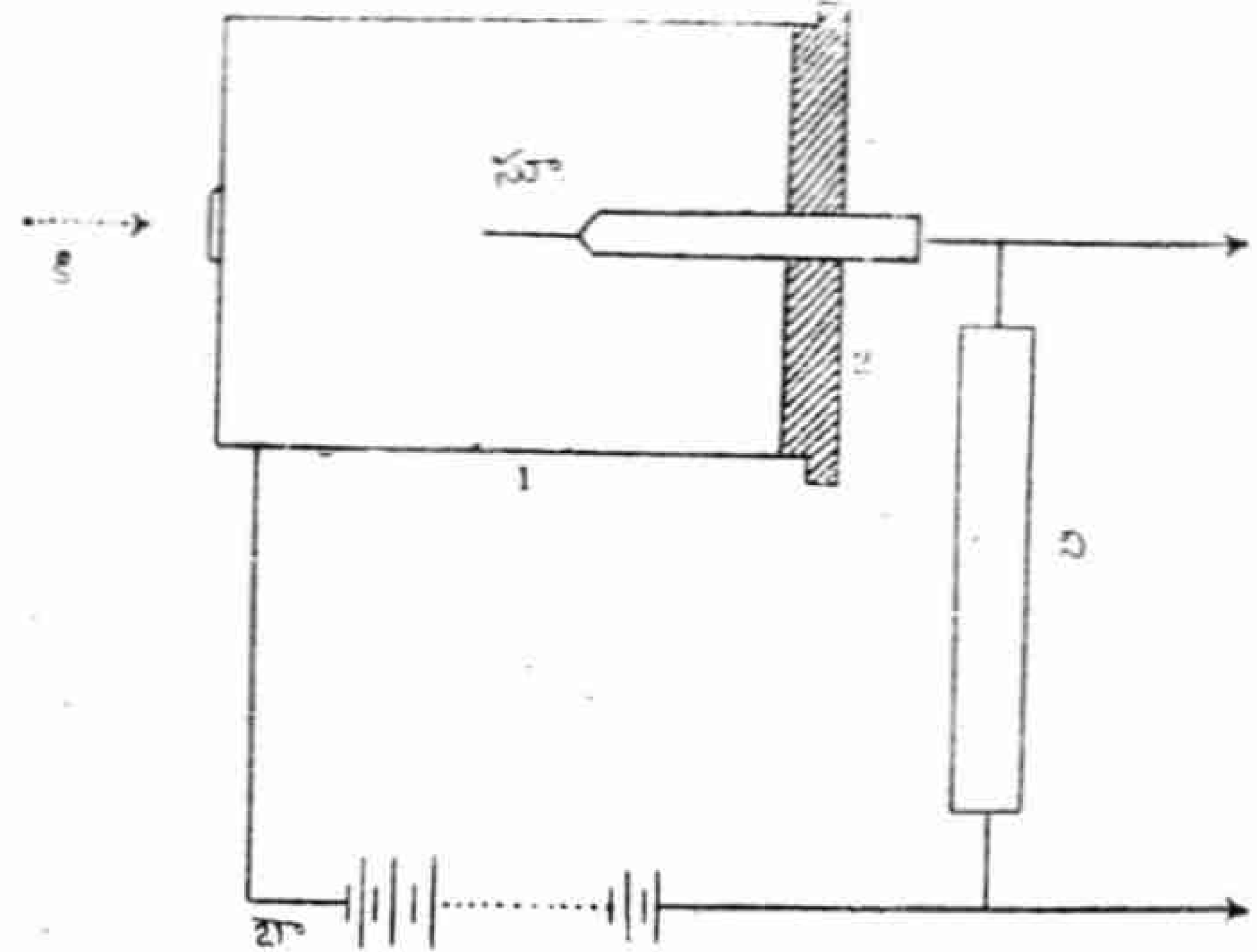
చంద్రగోళములో పర్వతములున్న వనియు, గురుగ్రహమునకు నాలుగు ఉపగ్రహములు కలవనియు, శనిచుట్టు వింతయగు బండిచక్రము వంటిది కలదనియు, శుక్రగ్రహమునకుకూడ చంద్రునివలెనే కళలుగలవనియు, సూర్యబింబముపై నల్లనిమచ్చ లున్నవనియు, పాశ్చాత్యులకు ఈ మహామహుడే మొట్టమొదట నెరిగించెను. అంతలో క్రీ.శ. 1618 లో మూడు తోకచుక్క లగుపడినవి. వానిని గూర్చి గెలీలియో ఒక గ్రంథము వ్రాసి ప్రకటించెను. గెలీలియో ప్రకటించిన ఖగోళనియమములు చర్చిచే ప్రమాణముగా స్వీకరించబడిన, అరిస్టాటిల్ అభిప్రాయములకు విరుద్ధముగా నుండుటచే ఈతడు మతాధికారుల

చేతులలో చిక్కెను; కాని, నాటి మతాధికారియగు పోప్ ఈయన చిన్ననాటి నెచ్చెలియగుటచే చావుతప్పి తన యింటిలోనే పదియేండ్ల వరకు బంధితుడాయెను. ఈ కాలముననే ఈయన వస్తువుల స్వేచ్ఛాపతనమును గురించి కావించిన పరిశోధనలు, ఆర్కిమీడీజ్, మొట్టమొదట నెల కొల్పిన యాంత్రికశాస్త్రమునకు న్యూటన్ యాంత్రిక శాస్త్రమునకు ప్రస్తావముగా నాచరించినవి. గృహచ్ఛిద్ర ములు, మతాధికారులు పెట్టిన బాధలు, అనారోగ్యము ఈయన జీవితాంతమును దుఃఖసంభిన్నముగా నొనర్చు టకు కారణములైనవి (చూ. భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష పు. 18). జి. రా. రా.

**గెలీలియో దూరదర్శని :** చూ. దూరదర్శని.

**గేరికె, ఆటోఫాన్ (1602 - 1686) :** జీనా యూని వర్శిటీలో న్యాయశాస్త్రమును, లీడెన్‌లో గణితమును అభ్యసించి, తననివాస నగరమగు మాగ్డిబర్గ్ పట్టణ మున మాస్టరుగా పనిచేసెను. ఈయన 1654 లో వాయురేచకపంపును నిర్మించి ప్రఖ్యాతి చెందిన మాగ్డి బర్గ్ అర్ధగోళప్రయోగమును కావించెను. ఈ ప్రయోగ మందు అర్ధగోళములను కలిపి వాటి మధ్యనున్న గాలిని తాను నిర్మించిన పంపుచేత తీసివేసిన తరువాత, ఇటునటు కలిసి ముప్పది గుర్రములు ఆ గోళమును విడ దీయలేకపోయినవి. ఈ పంపు నిర్మాణము వాయుస్వభావ పరిశీలనకు బోయిల్ విజ్ఞానిని పురికొల్పి భౌతికవిజ్ఞాన మందు వాయుస్థితివాస్తవికతను ప్రతిపాదించుటకు దోహద మొనర్చినది. మొట్టమొదటి స్థిరవిద్యుజ్జనక యంత్రము ఈయన నిర్మాణమే; గిరగిర తిరుగు గంధకగోళమది. తిరుగుచున్నపుడు దానిపై అరచేతిని పెట్టినచో ఘర్షణ విద్యుత్తు జనించును. కొ. సు. రా.

**గైగర్‌గణిత్రము :** ఏదేని రేడియోధార్మికద్రవ్యము నుండి నియత కాలమందు విడివడు ఆల్ఫాకణములను ప్రత్యేక ముగా లెక్కించుటకు నిర్మితమైన సాధనము గైగర్ గణి త్రము. ఇందు ధాతుకడ్డీకొసనున్న సూచ్యగ్రము (సూ) నకు ఎదురుగ (కి) అను కిటికీగుండా కిరణములు పెట్టె (1)ని ప్రవేశించును. ఈ కిటికీ సన్నటిధాతు పొరతో మూయబడిన రంధ్రము. (బా)అను బ్యాటరీ సహాయమున సూచి ఋణావిష్టముగను, పెట్టె ధనావిష్టముగను ఒనర్చ బడును. పెట్టె ఎల్లప్పుడును భూమిని తాకియుండుటచే దాని ధనశక్మ ఎప్పుడును శూన్యముగానే ఉండును. కిటికీ గుండా పెట్టెను ప్రవేశించు ఆల్ఫాకణములను విరుద్ధా వేశముగల సూచ్యగ్రహము ఆకర్షించుటవలన వలన, సూచిపై ఆల్ఫాకణము వ్రాలినప్పుడెల్ల తాత్కాలికముగా విద్యుత్ ప్రవాహము పరికరము గుండా ప్రవహించును. పటములో కుడివైపునున్న రెండు బాణములచే నిరూ




గైగర్‌గణిత్రము
సూ : ధాతుకడ్డీ చివరనున్న సూచ్యగ్రము : కి : కిటికీ ;
1 : పెట్టె ; బా ; బ్యాటరీ.

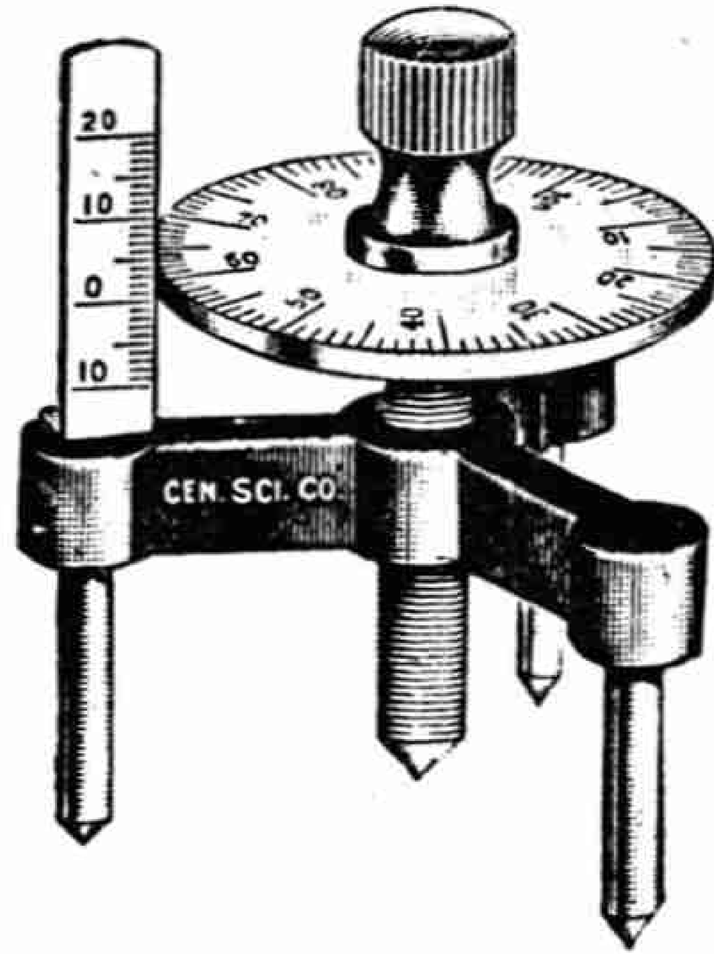
పింపంచబడు కొసలను అధికీకరణ సాధనముద్వారా ఒక లౌడ్ స్పీకరుకు కలిపినచో, ఆల్ఫాకణము సూచిని తాకి నపుడెల్ల లౌడ్‌స్పీకరులో 'టక్' అనిశబ్దము వినిపించును. ఇట్లు ఈ గణిత్రము వలన ఆసూచిని చేరిన ఆల్ఫాకణము లను లెక్కించవచ్చును. మే. వ. న.

**గోళమాపకము :** దీనికి ఇంగ్లీషులో 'స్ఫెరోమీటరు' అని వ్యవహారము. ఇది స్క్రూగేజ్‌వలె సన్ననిరేకులమం దమునే గాక, గోళముల వ్యాసములను కొలుచుటకుకూడ ఉపయోగించును. దీని నిర్మాణము స్క్రూగేజ్ వంటిదే. ఇది రెండు భాగములు : 1. త్రిపాది, 2 మరచీల. ఉక్కుతో చేయబడిన త్రిపాదియొక్క మూడుకాళ్ల అడుగు భాగ ములు సూదిగనుండి సమబాహు త్రిభుజకోణ సన్నివేశ మును కలిగియుండును. వానికి సమదూరములో త్రిపాది మధ్యను దిమ్మ ఒకటి గలదు. ఒకకాలుప్రక్కన నిలువుగా నొక మిల్లీమీటర్ల స్కేలుబద్ద అతికియుండును. త్రిపాది మధ్యనున్న దిమ్మలో సన్నని మరనూళ్లుగల ఒకమరచీల క్రిందకు, మీదకు సున్నితముగ తిరుగుచుండును. దాని పైభాగమందు 100 భాగములుగ విభజింపబడిన అంచు గల గుండ్రని రేకుబిళ్ల ఒక ఇత్తడి పిడితో సమతలముగ బిగించబడి ఉండును. పిడిని త్రిప్పుటచే మరచీల రేకుబిళ్లతో పాటు తిరుగును.

రేకుబిళ్ల మీద గుండ్రనిస్కేలు నిలువుస్కేలునకు చేరువగానుండును. త్రిపాదిని ఒకసమతలముగల గాజుపలక మీద పెట్టి పిడిని త్రిప్పి గాజుపలకను తాకునట్లు మరచీల త్రిప్పి అటుతరువాత ఏ మాత్రము ఎక్కువ త్రిప్పినను, త్రిపాదియే తిరుగనారంభించును. ఇదియే గాజుపలకను

తాకినట్లు గుర్తు. ఆవిధముగ మరచీలకొన మూడుపాద ములతో సమతలముగ ఉండినపుడు, గుండ్రని స్కేలు యొక్క అంచు నిలువుస్కేలు సున్నగీతతో ఏకీభవించుటయేగాక, దాని చిన్నగుర్తు నిలువుస్కేలుఅంచుతోకూడ ఏకీభవించును.

ఈపనిముట్టును ఉపయోగించుటకుముందు, నిలువుస్కేలు భాగములు మిల్లీమీటరులలో, అర్ధమిల్లీమీటరులలో పరీక్షించి మరభ్రమణాంతరము తెలిసికొనవలెను. తర్వాత ఒక్క గుండ్రని స్కేలు భాగము తిరుగుటచే మరచీల ఎంత పైకి లేచినది లెక్కించి కనుగొనవలెను.



గోళమాపకము

మొదట మరచీల కొన త్రిపాదిపాదములతో సమమట్టముగ ఉన్నపుడు గోళమాపకము నిలువుస్కేలు, గుండ్రని స్కేలు సరిగానున్నది చూచుకొని, మరచీరలను పైకిత్రిప్పి క్రిందనేదైన వస్తువునుంచి దానిని తాకునట్లు మరచీలను నెమ్మదిగా దించి స్కేలుమీది రీడింగులను గుర్తించి, వస్తువు యొక్క మందమును తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్లే గోళము యొక్క వ్యాసము కనుగొనుటకు, త్రిపాదిని గోళముమీద పెట్టి త్రిపాది ఆనియున్న గోళభాగముయొక్క ఎత్తు తెలిసికొనవలెను. త్రిపాదిపీఠముయొక్క భుజము అనగా, కాళ్ల మధ్యదూరమును, ప్రత్యేకముగా ఒక స్కేలుతో కొలిచి క్రింది సూత్రమున గోళము యొక్క వ్యాసము కనుగొనవచ్చును :

$$\text{గోళవ్యాసము} = \frac{(\text{త్రిపాది పీఠముభుజము})^2}{3 \times \text{గోళభాగముఎత్తు}} + \text{గోళభాగము ఎత్తు}$$

ని. ప. స్వా.

**గౌస్ :** ప్రేరిత అయస్కాంత బలక్షేత్రముయొక్క యూనిట్. దైర్ఘ్యవాహకముగుండా సెంటీమీటరుకు ఒక వోల్టు పంపి ప్రేరణమునకు లంబముగా సెకనుకు సెంటీమీటరు వేగములో కదిపినప్పుడు ఫలించు ప్రేరిత అయస్కాంతమును ఒక గౌస్ అందురు. * * *

**గౌస్, కె. ఎఫ్. (1777 - 1855) :** ప్రథమ శ్రేణికి చెందిన జర్మను గణితశాస్త్రవేత్త. పేదకుటుంబమందు జన్మించి, తన దేశమును పాలించు ప్రభువు ఆదరమునకు లక్షీభూతుడై విద్యనభ్యసించి, గాటింజన్ యూనివర్సిటీలో గణితాచార్య పదవిని 1807 లో అలంకరించెను. భౌతికవిజ్ఞాన క్షేత్రములో ఈయన పేరు మోయుచున్న విద్యుత్ గణితమునకు సంబంధించిన సిద్ధాంతము ఒక దానిని స్థాపించెను. వీబరు శాస్త్రవేత్తతోకూడ ఒక మాగ్నటో టెలిగ్రాఫ్‌ను నిర్మించెను. అయస్కాంత బలక్షేత్రపు యూనిట్‌కు ' గౌస్ ' అని పేరు. ఎమ్. శ.

**గ్రాఫైట్ :** చూ. కార్బన్ ; పు. 257

**గ్రామఫోన్ :** శబ్దమును గ్రహించి తరువాత మన ఇచ్ఛవచ్చినపుడు పునరుత్పత్తి చేయగల పరికరమే ఫోనోగ్రాఫ్. ఈ యంత్రమును ఆడిసన్ విజ్ఞాని (చూ. పు. 171) 1877 లో కనిపెట్టెను.

కాలక్రమేణ, ఆడిసన్ ఫోనోగ్రాఫ్, బెర్లినర్ విజ్ఞాని చేతిలో గ్రామఫోన్‌గా మారెను. ఈ గ్రామఫోన్‌యందు శబ్దపేటిక, ధ్వనిహస్తము, బూరా యనునవి ముఖ్యమైన భాగములు. శబ్దపేటికయందు అభ్రకపురేకుతోగాని, లేదా అల్యూమినియమురేకుతోగాని తయారుచేయబడిన పలుచటిపొర యుండును. ఆ పొరకుచేర్చి ఒకమీట, ఆ మీటకు రెండవచివర ఒకముల్లు ఉండును. శబ్దపేటికకు అంటియున్న ముల్లు పళ్లెముపై వర్తులాకారముగ తిరుగుటకు అవకాశము కలుగునట్లు ధ్వనిహస్తము పరికరమునకు అమర్చబడియున్నది. అంతేగాక, శబ్దపేటికయందున్న పొరతలము ఎప్పుడును నరదకు స్పర్శరేఖలో నుండును. ముల్లు నరదలద్వారా పోయినపుడు శబ్దతరంగములవలన కలుగు ప్రకంపనములు ఆ శబ్దపేటికలోనున్న పలుచటి పొరను కంపింపచేసి శబ్దమును ఉత్పత్తిచేయును.

ఈవిధముగ పునరుత్పత్తి అయిన శబ్దమునకు పరిమాణము తక్కువగనుండును. కాబట్టి, దానిని వృద్ధిచేయుటకై ఒకబూరాను ఉపయోగింతురు. గ్రామఫోన్‌పై పెద్ద బూరా వికారముగ నుండుటచే, ప్రస్తుతము దానిని మార్పుచేసి పెట్టెలోపలనే ఇమిడ్చివేసిరి.

శబ్దమును గ్రహించుటకును, పునరుత్పత్తిచేయుటకును ప్రత్యేకపరికరములు అమలులోనికి వచ్చినవి.

శబ్దగ్రాహకయంత్రముయొక్క ముఖ్యభాగములు : 1. ప్రకంపించు పొరపై ధ్వనిని కేంద్రీకరించుటకు శృంగాకారముగ చేయబడిన ఒక పెద్దగొట్టము. 2. ఈ గొట్టపు సన్నటికొనపై అమర్చబడిన ధాతుపొర. 3. ఈ పొర మధ్యను మీటద్వారా అతుకబడిన ఒకముల్లు. 4. ముల్లును ఆనుకొని తిరుగు ఒక మైనపుపళ్లెము.

ఆధునిక సూక్ష్మశబ్దగ్రాహక యంత్రము కనిపెట్టబడిన తరువాత విద్యుత్తును ఉపయోగించి శబ్దమును రికార్డు చేయుట 1925 లో అమలులోనికివచ్చెను. సూక్ష్మశబ్దగ్రాహకము (మైక్రోఫోన్)పై పడు ధ్వనితరంగములచే జన్మించు

విద్యుత్ ప్రవాహముల యొక్క అల్పవ్యత్యాసములనుకూడ ఆధునిక సూక్ష్మశబ్దగ్రాహకము వృద్ధిపరచును. ఎంతబలమైన సూక్ష్మశబ్దగ్రాహకయంత్రముల యందైనను శబ్ద వికారము రాకుండచేయుట కష్టము. కాని 'తనూకరణ సమకారకము, అను పరికరము నుపయోగించి శబ్ద వికారమును చాలవరకు తగ్గించ వచ్చును. స్వరలేఖకమే (రికార్డర్) ఒక విద్యుదయస్కాంతము. దాని ధ్రువముల మధ్య మెత్తటిఇనుముతో తయారుచేయబడిన విద్యుత్ ప్రవాహవలయము ఇమడ్చబడియుండును. వృద్ధిచేయబడిన సూక్ష్మ శబ్దగ్రాహకములోని విద్యుత్ ప్రవాహములు ప్రవాహవలయముచుట్టును గల వేష్టనముద్వారాపోయి, ఆవేష్టనమును విద్యుదయస్కాంతధ్రువములమధ్య కంపింప చేయును. విద్యుత్ ప్రవాహవలయమునకు అంటిపెట్టుకొని ఉన్న దండముకొనను ఉక్కుముల్లు అమర్చియుండును. వేరువేరు పౌనఃపున్యములు గల స్వరములకు సమానమైన ప్రతీకారము నిచ్చుటలో ఈ విద్యుదయస్కాంత స్వర లేఖకము చాలవరకు ఉపయోగకరము. కె. తా.

**గ్లూకోస్ :** చూ. కార్బొహైడ్రేట్‌లు ; పు. 282.

**గ్లూకోసైడ్‌లు :** చూ. కార్బొహైడ్రేట్‌లు ; పు. 282.

**గ్లైకోజన్ :** చూ. కార్బొహైడ్రేట్‌లు ; పు. 282.

**ఘటనోష్ణత :** చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము.

**ఘనద్రావణములు :** చూ. ద్రావణములు I.

**ఘనముల విశిష్టోష్ణత :** ఘన ధర్మము లన్నిటిలో విశిష్టోష్ణత అనునది నవీన భౌతికశాస్త్ర దృక్పథమునందు అతిశయిత ఆదరము నార్జించినది. ఇదివరకే స్ఫటిక సమరూపతా ధర్మమువలె ఈ విశిష్టోష్ణత మూలద్రవ్యములలో ఘనముల పరమాణుభార నిర్ణయమునకు, డ్యూలాంగ్ నియమరూపమున మిక్కిలిగా ఉపకరించినది.

అణుచలన సిద్ధాంతప్రకారము ఘనములకు స్పందనమను చలన ప్రకారమొకటియేకలదు. అది మూడు పరస్పర లంబదిశలలో జరుగును. అదిగాక ప్రతి స్పందన ఆవృత్తియందును అనుద్భూత, గతిశక్తులు రెండును సమరాశిలో పాల్గొనును. అందువలన శక్తి సమ విభజన సూత్రానుసారముగ గ్రామ్-అటం ఘనమూలద్రవ్యము యొక్క స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత.

$C_v = 3R = 5{\cdot}96$ కేలొరీలు (ఇంచుమించు 6) కావలెను.

ఈ ఫలము యథార్థము కాకపోయినను డ్యూలాంగ్ నియమమునకు ఆధారభూతములైన ప్రయోగములకు కొంత అనుగుణముగనేయున్నది.

కాని డ్యూలాంగ్ నియమము ఉన్నత తాపక్రమములో కన్న మధ్య తాపక్రమములందే యథార్థఫలమున కెక్కువ సన్నిహితముగ నుండుటకు కారణమిది. ఉష్ణోగ్రతలో పరమాణు స్పందాయామము సుదీర్ఘమగుటచే స్పందనములు కచ్చితముగ హరాత్మకములు కానేరవు. అందువలన ఈ స్పందనముల యందు అనుద్భూత గతిశక్తుల మధ్యమాన మూల్యముల సమానతలోపించును అనగా $E \neq 3/2RT$.

ఇంతేగాక కొన్ని మూలద్రవ్యములు డ్యూలాంగ్ ధర్మముచే సూచితమైన వాటికన్న భిన్నములైన విశిష్టోష్ణతలు కలిగియుండును. వీటిలో ముఖ్యమైనవి బెరిలియమ్, బోరాన్, కార్బన్, సిలికన్, భాస్వరము, గంధకము. 35 కంటె తక్కువ పరమాణు భారముగల ద్రవ్యముల విషయమై కూడ ఈ నియమము యొక్క చ్యుతి కనిపించును.

నియమమును అనుసరించు మూలద్రవ్యముల విషయమై కూడ విశిష్టోష్ణత సిద్ధాంతమూ కాంక్షించినట్లు, స్థిరముగ నుండక తాపక్రమముతో ప్రకటముగ మారుచుండును. వజ్రము, వెండి వంటి మూలద్రవ్యముల విశిష్టోష్ణత తాపక్రమము తగ్గిన కొలది తగ్గుచు, తాపక్రమము శూన్యాంశమును చేరకమునుపే అంతరించును. ఈ విశేష దృశ్యముల నన్నింటిని వివరించ సమర్థమగు సిద్ధాంతము, ప్లాంక్ క్వాంటం సిద్ధాంతమును ఆశ్రయించి ఐన్‌స్టయిన్‌చే స్థాపింపబడినది. దీని గణితశాస్త్రవేషమును పరిహరించి క్రింది విధమున నిరూపించవచ్చును. స్పందన సంఖ్య (పౌనఃపున్యము) ఎక్కువగా గల మూలద్రవ్యముల పరమాణు విశిష్టోష్ణత తాపక్రమముతో మెల్లగా ఎక్కువగుచు సాధారణ తాపక్రమములో సగటుమూల్యమును (6.4 కేలోరీలు) అందుకొని, ఇంకను అధిక ఉష్ణోగ్రతలో ఎక్కువగును. ఇంతేకాక ద్రవ్యము యొక్క ద్రవాంకౌన్నత్యము, స్పందన సంఖ్యోన్నతి ఈ రెండును పరస్పర సంబద్ధములై ఒక మితివరకు సమానముగా వృద్ధిచెందును. అత్యున్నత తాపక్రమము వద్ద ద్రవీభవించు కార్బన్ వంటి ద్రవ్యముల స్పందన సంఖ్య అత్యున్నతమగుటచే అవి చూపు నియమ చ్యుతి మిక్కిలి ఎక్కువగనుండును. ఇట్లే నవీన సిద్ధాంతము, స్పందన సంఖ్యకు, తాపగ్రహణ సామర్థ్యమునకు సంబంధమును కల్పించి ప్రయోగ పర్యవసానముల నన్నిటిని, అవ్యభిచరితముగ వివరించగలిగినది. మే. వ. స.

**ఘనములు :** వలసినంత శైత్యస్థితికి తెచ్చినపుడు ద్రవద్రవ్యమేదియైనను ఘనీభవించును. సహజమైన ఆకృతిని కలిగియుండుట ఘనద్రవ్యముల ముఖ్యలక్షణము. స్వీయాకృతిని మార్చుటకు చేయబడు ప్రయత్నములను ఘనద్రవ్యము కొంతవరకు ప్రతిఘటించి తన ఆకృతిని నిలబెట్టుకొన చూచును. అందువలననే అదుముట, సాగదీయుట, మొదలగు కార్యములు కొంత మితిలోనున్నపుడు

ఘనముయొక్క ఆకృతిలో స్థిరమైన మార్పును తేలేవు. మార్పును తీసికొనిరానుంకించు బలములు తొలగిపోయినపుడు ఘనద్రవ్యము తన తొంటి ఆకృతిని మరల గ్రహించును. ఘనద్రవ్యముల ఈగుణమునకు స్థితిస్థాపక గుణమని పేరు. ఒకసారి బలప్రభావముచే విచ్ఛిన్నములైన ఘనవస్తువుయొక్క భాగములు మరల దగ్గరపెట్టినను అతుకుకొనవు.

ఘనద్రవ్యమును కరగించుటకు దానిని వేడిచేయవలెను. ఘనద్రవ్యము స్ఫటికస్వభావము కలదైనపుడు అదియొక నియతతాపక్రమమువద్ద కరుగును. అందువలన ద్రవముల క్వథనతాపక్రమమువలె ఘనముల ద్రవీభవనతాపక్రమము వాటి విశిష్టలక్షణము.అనగా ప్రతిఘనద్రవ్యమునకు ప్రత్యేక ద్రవీభవనతాపక్రమము ఉండును. ద్రవముల క్వథన తాపక్రమమువలె ఘనముల ద్రవీభవనతాపక్రమము ఒత్తిడితో అంతగా మారదు. మంచుయొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమము ప్రతి వాతావరణాతిశయమునకు 0·008° C చొప్పున తగ్గుచుండును. ఘనస్థితిలో నున్న ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క ద్రవీభవనతాపక్రమము ప్రతివాతావరణ ప్రేషమునకు 0·024°C ఎక్కువగును. ప్రేషము ఎక్కువైనపుడు ఘనద్రవ్యముయొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమము హెచ్చునో, తగ్గునో లీషాట్‌లియర్ సూత్రముచే ముందుగా చెప్పవచ్చును. ఈ సూత్రప్రకారము ఒక ద్రవ్యవ్యవస్థపై ఒత్తిడిని హెచ్చుచేసినపుడు వ్యవస్థ తక్కువఆయతనమును స్వీకరించి ప్రేష ప్రభావమును తగ్గించివేయును. అందువలన ద్రవీభవన తాపక్రమములో ఘన, ద్రవ ద్రవ్యములమధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితిలోనున్న ద్రవ్య వ్యవస్థ ఒత్తిడిని ఎక్కువచేయగనే తక్కువఆయతనము గల ద్రవ్యవ్యవస్థవైపు మారును. నీటికన్న మంచుతక్కువ ఇమిడిక కలది. మంచుపై ఒత్తిడిని ఎక్కువచేసినచో మంచునకు, నీటికిని మధ్యనున్న సమతాస్థితి తక్కువవిశిష్టాయతనముకల నీటివైపు జరుగును; అనగా మంచు నీరగును. తాపక్రమము తగ్గించినకాని నీరు ఈ స్థితిలో గడ్డకట్టదు. అనగా మంచుయొక్క ద్రవీభవనతాపక్రమము ప్రేషము వలన దిగిపోయినది.

ఆసిటిక్ఆసిడ్ విషయములో ద్రవముకన్న ఘన ద్రవ్యము యొక్క ఇమిడిక తక్కువ. అందువలన ప్రేషమును ఎక్కువచేసినపుడు సమతాస్థితి ఘనమువైపు మొగ్గును. అనగా ద్రవము ఘనమగును. ఈ స్థితిలో వేడిచేసి తాపక్రమము నెక్కువచేసినగాని ఆసిటిక్ ఆసిడ్ కరుగదు. అనగా ద్రవీభవనతాపక్రమము ఎక్కువైనది అన్నమాట.

దాని కరగుతాపక్రమమువద్ద ఒక గ్రాము ఘన ద్రవ్యమును కరగించుటకు కావలసిన వేడిని దాని ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత అందురు. మంచువిషయములో ఈ గుప్తోష్ణత 80 కేలోరీలు. ఈద్రవీభవనమందు ద్రవ్యము తీసికొన్న వేడి మరల ఆద్రవము ఘనీభవించినపుడు పైకి రాశికి రాశి ఉద్గతమగును. దీనికి ఘనీభవన (హిమీభవన) గుప్తోష్ణత అని పేరు. శక్తినిత్యతానియమప్రకారము ఈ రెండును సమరాశిలోనుండును.

ఒకప్పుడు ద్రవస్థితిలోనున్న ద్రవ్యమును శీతలీకరించినపుడు న్యాయమైన దాని ఘనీభవనతాపక్రమమువద్ద అది ఘనీభవించుట కానరాదు. తాపక్రమము హిమాంకమునకు కొన్నిడిగ్రీలు దిగినను ద్రవ్యము ఘనీభవించు చిహ్నలేమియు అగుపడవు. ఇట్టిస్థితికి అతిశీతలీకృతస్థితి అందురు. గడ్డకట్టకుండ నీటియొక్క తాపక్రమమును '−6°C' వరకు తగ్గించవచ్చును. అతిశీతలీకృతస్థితికూడ అతితప్తస్థితివలె ద్రవ్యసామాన్యధర్మమైన జడత్వమువలన సంభవించును (చూ. ద్రవములు 1). కాని ద్రవముల అతితప్తస్థితికన్న వాటి అతిశీతలీకృతస్థితి ఎక్కువ తరచుగా సంభవించుటయేకాక హెచ్చునిలకడకలదిగా కన్పట్టును. ద్రవమును బాగా తరుచుటవలనగాని, లేదా ద్రవములోనికి ఒక చిన్నమంచుముక్కను చిమ్మినగాని అతిశీతలీకృతస్థితి అంతరించును. ఈ స్థితి అంతరించినవెంటనే ద్రవము వేడెక్కి దాని తాపక్రమము దాని నైజఘనీభవనాంకమునకు ఎక్కును. కర్పూరము, అయిడీన్‌వంటి కొన్ని ఘన ద్రవ్యములు వేడిచేసినపుడు ద్రవముగామారకుండ సరాసరి బాష్పస్థితినే స్వీకరించగలవు. ఇట్టిప్రక్రియకు ఉత్పతనము అని పేరు. ఘనములుకూడ సామాన్యతాపక్రమములో బాష్పముగా మారగలవన్న విషయమును ఉత్పతన సంఘటన తెలియపరచుచున్నది.

ఘనద్రవ్యములు స్ఫటికాకారముకలవిగాని, స్ఫటికాకారములేనివిగాని కావచ్చును. రెండవపక్షములో ఈ ఘన ద్రవ్యములను అతిశీతలీకృతమై మిక్కిలి చిక్కబడిన ద్రవములని భావించవలెను (చూ. స్ఫటికములు). మే. వ. న.

**ఘనస్థితి - నూతన పరిశోధనలు-I :** 19 వ శతాబ్దమందును, 20 వ శతాబ్దపు పూర్వార్ధమందును ఘనద్రవ్యముల రచన, ధర్మములు, ప్రవర్తన గురించిన విజ్ఞానము విరివిగా వెలువడినది. ఈ జ్ఞాన మధికభాగము ప్రాయోగికదశను దాటిలేదు. 1925 లో క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రము వెలుగు చూచిన తరువాత ఈ క్షేత్రమందు లబ్ధములైన భూతార్థములు ఒక వ్యాపకసుసంగత సిద్ధాంత వివరణకు విషయములు కాజొచ్చినవి. నాటినుంచి ఘన

ద్రవ్యస్థితి విజ్ఞానము శీఘ్రపురోగతి నందికొనినది. సైద్ధాంతికావగతి నూతన ప్రాయోగిక విజయముల నార్జించినది. ప్రాయోగికావసరములు సిద్ధాంతమును నూతన పురోగతికి ఉత్తేజించినవి. ఇట్లు ఘనస్థితిని గురించిన నూతన సిద్ధాంతము రూపొందించబడినది. ఈ సిద్ధాంతమును ఆశ్రయించి, వినియుక్త భౌతికశాస్త్రము, సాంకేతిక వస్తువిద్య శాఖోపశాఖలుగ విస్తరించినవి.

క్రమ విన్యస్తములైన పరమాణువుల, అయన్‌ల, అణువుల కూర్పులు ఘనములని వస్తువుల X-కిరణపరీక్ష వలన తెలిసినది. పరమాణు రచనను గురించిన పరిశోధనలు కేంద్రకములు, వాటిచుట్టు భ్రమించు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఘటకములుగాగల అవయవి పరమాణువని నిరూపించినవి. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము ఎలక్ట్రాన్‌ల పరస్పరాభిన్నతను వాటి క్వాంటం లేదా తరంగ స్వభావమును వ్యక్తపరచినది.

ఈ పైజెప్పిన (1) ఘటకక్రమ సన్నివేశము, (2) ఎలక్ట్రాన్‌ల అభిన్నరూపత, (3) ఎలక్ట్రాన్‌ల క్వాంటం లేదా తరంగ స్వభావము ఈమూటిని అధారముగా గొని ఘనద్రవ్య ధర్మవివరణను గావించు నూతన సిద్ధాంతమొకటి కల్పించబడినది. దాని స్వరూపమిది.

ఘనశరీరమందు ఘటకసాంద్ర సన్నివేశము కారణముగ పరమాణువులు నిరంతరము ఒకదానినొకటి కలతపెట్టుచునే ఉండును. పరమాణువులు కేవల కఠిన గోళములు కాక ఆంతర రచనగలిగిన వస్తువులు అను భూతార్థము చాల సార్థకమైనది. పరమాణ్వాంతర రచనను ఆలోచనలోనికి గొనినచో, ఘనమందున్న ఎలక్ట్రాన్‌లును, కేంద్రకములును వేటికవి స్వతంత్రసామూహిక స్థితులను ఊహను మనము అంగీకరించవలెను.

ఎలక్ట్రాన్‌ను సాధారణముగ ఉప పరమాణు కణము అందుము; X-కిరణమును తరంగమందుము. తరంగములు కణములవలెను, కణములు తరంగములవలెను ప్రవర్తించునను ఊహ నవీన భౌతికవిజ్ఞానముయొక్క ఉపజ్ఞము (చూ. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము). ఎలక్ట్రాన్‌గాని X-కిరణముగాని ఇతర భౌతిక ద్రవ్యముతో ప్రతికరించినపుడు దాని కణస్వభావము వెల్లడియగును. ఎలక్ట్రాన్‌గాని, X-కిరణముగాని చలనములో ఉన్నపుడు దాని తరంగ స్వభావము గోచరమగును. X-కిరణమునకు సహజముగనొక తరంగ దైర్ఘ్యమున్నట్లే, ఎలక్ట్రాన్‌కుకూడ ఒక తరంగ దైర్ఘ్యమును ఆరోపించవచ్చును. ఎలక్ట్రాన్ తరంగ దైర్ఘ్యమునకు, దాని గతి భారమునకు మధ్య ఒక సరళ సంబంధము గుర్తించబడినది.

$\lambda \times mv =$ స్థిరాంకము

తరంగ దైర్ఘ్యము $\times$ గతి భారము $=$ స్థిరాంకము

ఎలక్ట్రాన్ గతి భారము అతిశయించుకొలది దాని తరంగ దైర్ఘ్యము తగ్గుచుండునని పై సమీకరణము సూచించుచున్నది. స్ఫటికములందుండు ఎలక్ట్రాన్‌ల తరంగ దైర్ఘ్యములు X-కిరణముల వాటి శ్రేణిలోనుండునని ప్రయోగముచే తెలిసినది. X-కిరణములు స్ఫటిక తలమును తాకినపుడు వాటిలోకొన్ని ఎట్లు పరావర్తనము నొందునో, అట్లే నియత శక్తిరాశివహములగు ఎలక్ట్రాన్‌లు స్ఫటిక శరీరమును ప్రవేశించ ప్రయత్నించినపుడు, వాటిలో కొన్ని పరావర్తితములగును. ఏలన ఎలక్ట్రాన్‌లకుకూడ ఘనములో పరమాణువుల మధ్యనుండు అంతరముతో నిశిత సంబంధముగల తరంగ దైర్ఘ్యమొకటి ఉండును. అనగా కొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు స్ఫటికశరీరముగుండ ప్రసరించ సమర్థములు కావు. అట్టి ఎలక్ట్రాన్ లొకప్పుడు స్ఫటికమందు తాత్కాలికముగ ఉనికిని స్వీకరించినను, అవి శీఘ్రముగా స్ఫటికము నుండి శక్తిని గ్రహించియో, స్ఫటికమునకు శక్తిని సమర్పించియో పరావర్తనకు గురికాకుండ స్ఫటికశరీరమందు చలించగలవు. ఇట్లు స్ఫటికశరీరమును చొచ్చిన ఎలక్ట్రాన్‌లు, వాటికి నిషిద్ధములగు వేరువేరు శక్తిరాశులను, వేగములను స్వీకరించును. ఈనిషిద్ధదశములు అందుబాటులోనున్న వేరువేరు శక్తిమూల్యముల గ్రహించిన ఎలక్ట్రాన్‌లు అనుమత దశముల మధ్య విభాజకములుగ ఆచరించును. ఈ అనుమత మూల్యములలో దేనినైన ఒక ఎలక్ట్రాన్ స్వీకరించినపుడు అదియొక నియతశక్తి సోపానమందున్నదని అందుము. ఈశక్తి సోపానముల మనము నిచ్చెన మెట్లవలె భావించవచ్చును. అట్టిచో నిషిద్ధదశములు మెట్లులేని దురారోహస్థానములు. ఇక ఎలక్ట్రాన్‌ల పరస్పరాభిన్నతను పరామర్శింతము. ఏ, బి అను రెండు శక్తి సోపానముల 1, 2 అను రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు కలవనుకుందము. అభిన్నతాసూత్ర ప్రామాణ్యకారణమున 1 వ ఎలక్ట్రాన్ 'ఏ' సోపానమందు, రెండవది 'బి' సోపానమందు అమరుకున్నవో లేదా విపరీత క్రమమున అమరుకున్నవో చెప్ప వీలులేదు. వాస్తవమునకు ఎలక్ట్రాన్‌లకు ఏ, బి అను నిశ్చిత స్థానముల కల్పించుట అర్థరహితమైన ప్రక్రియ.

ఎలక్ట్రాన్‌కున్న ఇంకొక లక్షణము పరిభ్రమణము కారణమున ఏశక్తి సోపానమునైనను ఒకటికన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఆక్రమించ నేరవని పౌలీ నిషేధనియమము చెప్పుచున్నది. (చూ. పౌలీనిషేధనియమము). అందువలన ఎలక్ట్రాన్‌లు రెండును 'ఏ' సోపానమందే ఉండి 'బి' సోపానము రిక్తముగనుండుట అసంభవము. అనగా శక్తి

నిశ్రేణికయందున్న ప్రతి పర్వమును ఒకేఒక ఎలక్ట్రాన్ చే ఆక్రమితమైయుండును. క్రింది మెట్టుతో ప్రారంభించి పైనున్న శక్తిసోపానములను అవిచ్ఛిన్న క్రమమున ఎలక్ట్రాన్ ఆక్రమించును గనుక, శక్తినిశ్రేణిక యందు అధస్తమ పర్వమునందున్న ఎలక్ట్రాన్‌స్థానము మారవలె నన్నచో అది ఆక్రమిత స్థానముల కన్నిటికిని మీదనున్న పర్వములకు ఎగబ్రాకవలయును. ఈవరకే నిచ్చెన శిఖర భాగమునకు సమీపమందున్న ఎలక్ట్రాన్‌ను పైకెక్కించుట సులభతరము. ఇట్లు స్ఫటికశరీరమందు పరమాణువుల క్రమోపస్థానమును ఎలక్ట్రాన్ యొక్క క్వాంటం, లేదా తరంగ స్వభావమును పరామర్శించిన తరువాత, ఈ పరిస్థితులను ఆధారముగగొని ఘనద్రవ్య ధర్మములను సిద్ధాంత మెట్లు వివరించినదో చూతము.

ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఒక నియత శక్తిపర్వమందున్నపుడు, అది పరబలములకు గురిగానంత సేపు, దానిశక్తి మారదంటిమి. ఎలక్ట్రాన్ దృగ్విషయము గావింపబడుటకు దానిని మనము కలతబెట్టవలయును గనుక ఒకే సోపానమందది ఆసీనమై ఉన్న స్థితిలో ప్రత్యక్షగోచరము కాదు. ఎలక్ట్రాన్ బాహ్య ప్రపంచముతో ప్రతికరించునపుడే దాని ఉనికినది వెల్లడి చేసికొనును. ఎలక్ట్రాన్ చలనమును కనిపెట్టితిమనిన, విద్యుత్తు ప్రవహించుటను కనిపెట్టితిమన్నమాటే. అనగా ఒక శక్తి సోపానమునుండి ఇంకొకదానికి ఎలక్ట్రాన్ దాటుచున్నపుడే విద్యుత్ ప్రవాహము సంభవించును. ఇప్పుడు విద్యుద్వాహకములు, విద్యున్నిరోధకములు అని ఘనముల ద్విధా విభజనమునకు గల ఉపపత్తిని విచారింతము. వాహకములనునవి ఒక అల్ప విద్యుత్‌బల ప్రేరణమున, ఇదివరకే ఉన్నత సోపానముల నధిరోహించి యున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నతతరసోపానములకు క్రమించుటకు వీలిచ్చునవి. విద్యుత్‌బలములవి ఎంత అల్పములైనను వాహకములలో విద్యుత్‌ప్రవాహమును జనింపజేయును గనుక, సాధారణముగ ఎలక్ట్రాన్‌లచే ఆక్రమితమైన స్థానములకు అత్యంత సన్నిహితములైన స్థానములు లేదా సోపానములు (అనగా ఒకేశక్తి దళమునకుచెందినవి) వాహక శరీరమందుండవలయును. అనగా అట్టి వస్తువులే విద్యుద్వాహకములు మిగిలినవి నిరోధకములు.

విద్యుచ్ఛక్తి నుపయోగించి ఎలక్ట్రాన్‌ల అధికతర శక్తి సోపానములకు ఎట్లు దాటించగలమో, అట్లే తాపశక్తి నుపయోగించి చేయగలము. ఎలక్ట్రాన్ తాపశక్తిని గ్రహించుట విసర్జించుటయను మార్పు సంభవించినపుడెల్ల ఆమార్పునందు అత్యల్పశక్తిరాశి పాల్గొనును. అందువలన ఎలక్ట్రాన్ తొంటి స్థానమునకు అతి సన్నిహితముగ రిక్త సోపానము లున్నపక్షముననే తాపశక్తి ఎలక్ట్రాన్‌ల దాటించగలదు. అనగా ధాతువాహక శరీరమందుండు ఉన్నత సోపానము లందున్న ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యలో నొక భాగముమాత్రమే తాపశక్తిని ఉపయోగించుకొనగలవు. విద్యున్నిరోధకమందు ఆక్రమించుటకు ఉన్నత తర సోపానములు లేమిచే ఎలక్ట్రాన్‌లు తాపశక్తిని గ్రహించ నేరవు. ధాతువులందు నిరోధకములందు చాలలోతున ఉన్న శక్తి సోపానములను ఆక్రమించిన ఎలక్ట్రాన్‌లు రిక్త సోపానములకు దాటించబడుటకు ఎక్కువ శక్తి నర్థించును. వస్తువులింక ద్రవస్థితికి దూరముగానున్న తాపక్రమములలో ఈ తాపశక్తి ఎలక్ట్రాన్‌లకు అందుబాటులోనుండదు. ఈ లోతులనున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు ద్రవ్యశరీరమందు శాశ్వతముగ బంధింపబడి యుండును. అందువలన నవి ఘనము స్వీకరించు తాపశక్తిని గ్రహించ నేరవు. ఈ తాపగ్రహణ విశేషాధికారము, ధాతు ఎలక్ట్రాన్‌లలో ఏకొద్ది సంఖ్యకో పరిమితమై యుండును. ఎలక్ట్రాన్‌ల ఈ తాపగ్రహణ సామర్థ్యము సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్రమందు కొంతకాలము తీరని సమస్యగా నిలచినది. ఏలన సంప్రదాయ భౌతికశాస్త్ర నిగమనమగు శక్తి సమ విభజన సూత్రప్రకారము ధాతువుల నందుండు ఎలక్ట్రాన్‌ల, ధనఅయన్‌ల మధ్య తాపశక్తి సమ విభక్తమైయుండవలెను. దీనిననుసరించి ధాతువులవిశిష్టోష్ణత నిరోధకముల దానికి రెండింతలుండవలెను. ప్రయోగ మట్లు చూపదు. ఈ ప్రయోగలబ్ధఫలమునకును సంప్రదాయ శాస్త్రమునకును మధ్యగల వ్యత్యాసమును పై వివరించిన శక్తిదళ సిద్ధాంతమును ఆధారముగాగొనిన ప్రతికృతిచే తొలగింపబడినది. సంపూర్ణ వాహకములకు నిరోధకములకు మధ్యనున్న అర్ధవాహిక ద్రవ్య ధర్మములకు చూ. అర్ధ విద్యుద్వాహకము. పు. 155. మే. వ. న.

**ఘనస్థితి-నూతన పరిశోధనలు-II :** ద్రవద్రవ్యమందును, వాయుద్రవ్యమందును అణువులకుగల స్వేచ్ఛాగమనము ఘనద్రవ్యమందులేదు. అందుచేతనే ఘనస్థితివిషయము తెలిసికొనుటకై పరమాణువుల నిర్మాణమందును, ద్రవ్యమందు వాటి కూర్పునుగూర్చియు, పరమాణువుల సమతోలన స్థానములనుండి వాటి గతిస్థితులును, ఘనద్రవ్యముల భౌతికలక్షణములతో పై వాటికిగల సంబంధమును గూర్చియు పరిశోధనలు చేయవలసి వచ్చినది.

స్ఫటికము, అస్ఫాటికము అను రెండుస్థితులలో ఘనద్రవ్యములు ఉన్నవి. అస్ఫాటికస్థితినే 'కాచస్థితి' అందురు. ఘనద్రవ్యముల అంతఃపరమాణు శిల్పమును X - కిరణములమూలముగా తెలిసికొనవచ్చును. స్ఫటికమందున్న

పరమాణువులు త్రిధావిస్తృతమైన సక్రమరచనను గలిగి ఉండుననియును, ఆ రచన పునరావృత్తి నొందుచుండునని యును తెలియవచ్చినది. కాచసన్నిభద్రవ్యములలో పరమాణురచనలో ఒకవిధమైన క్రమము అందందు కొంచెముగా కనిపించినను, అట్టి పునరావృత్త క్రమము మొత్తముమీద ఉండదు. స్ఫటికశరీరములో వేరువేరు దిక్కులలో భౌతికగుణములు వేరువేరుగా ఉండును. కాచములందు అక్షభేదమునుబట్టి భౌతికగుణము మారదు.

చాలఘన ద్రవ్యములు స్ఫటికములే. కావున, వాటిధర్మములను విచారించునప్పుడు వాటి పరమాణువుల బంధన విధానము ననుసరించి వాటిని అయనిక్ స్ఫటికములు, కోవేలంట్ స్ఫటికములు అని రెండు తరగతులుగా విభాగించుట ఉచితము.

సోడియమ్‌క్లోరైడ్ (ఉప్పు)వంటి అయనిక్‌స్ఫటికములలో పరమాణువుల బంధనబలము చాలస్వల్పము. అది స్థిరవిద్యుత్ సంబంధమైనది. అందుచేత, అట్టి స్ఫటికములు గట్టిగానుండవు; వాటి ద్రవీభవనాంకమును తక్కువే. క్వార్ట్జ్, కొరండము, వజ్రమువంటి కోవేలంట్ స్ఫటికములలో బంధనబలము అధికముగా నున్నది. అవి దృఢముగా నుండుటకును, సులభముగా కరుగకుండుటకును అదే కారణము.

పరమాణు బంధనబలమును నిర్ణయించుటకుగాను పరమాణుస్పందనముల శక్తిగాని, పౌనఃపున్యముగాని తెలిసికొనుట చాలముఖ్యమైనది. అందులకై ఉపయోగించు ప్రక్రియలు పరశ్శోణవర్ణపటమాపనము, రామన్ వర్ణపటమాపనము. ఏయేస్పందన పౌనఃపున్యములకు అవకాశమున్నదో వాటిని ఈరెండు ప్రక్రియలవల్ల సూటిగా తెలిసికొనవచ్చును. ముఖ్యముగా రామన్ ఫలితమును వినియోగించి స్ఫటికములపై ఇటీవల గావించిన పరిశీలనలవలన ఇప్పటివరకు ప్రచారమందున్న స్ఫటికవిషయిక సిద్ధాంతములను విసర్జించవలసినట్లు విశదమైనది.

స్ఫటికమందు రచనావృత్తి పరంపరలోనున్న పరమాణువులన్నియు ఒకేప్రకారమున స్పందించుటయో, లేదా పరస్పర విరుద్ధమగు ప్రకారములతో స్పందించుటయో తప్ప తక్కిన స్పందన ప్రకారములు పరమాణువులకు అందుబాటులో ఉండవు. రచనయందు పాల్గొను వివిధపరమాణువులమధ్యనున్న బంధనబలములను ఈ క్రొత్తసిద్ధాంతమును ఉపయోగించి అతిసరళ మార్గమున గణించవచ్చును.

పరమాణువుల స్పందన పౌనఃపున్యముల గూర్చియు, బంధనబలముల గూర్చియు, ఈ విధముగా లభ్యమైన జ్ఞానమును స్ఫటికముల విశిష్టోష్ణత, స్థితిస్థాపకగుణకము, ఉష్ణతావ్యాకోచము మొదలగు భౌతికగుణములను గణించుటకు ఉపయోగింపవచ్చును. రామన్.

**ఘర్షణ నిరోధకధాతువులు :** చూ. ధాతుమిశ్రములు : అనాయాస ధాతుమిశ్రములు.

**చంద్రశేఖర్, సుబ్రహ్మణ్య** (జననము 1910)**:** విఖ్యాత ఖగోళభౌతికవిజ్ఞాని. లాహోరు నగరములో జన్మించెను. మద్రాసులో పట్టపరీక్షకై చదువుచున్నపుడే ఖగోళభౌతిక పరిశోధనయందు అన్వేషణలను కావించెను. ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో ఉత్తముడుగా ఉత్తీర్ణుడగుటచే మద్రాసు యూనివర్సిటీ ఈయనను విద్యార్థివేతనము నిచ్చి 1930 లో కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీకి పంపినది. 1933నుండి సుమారు మూడేండ్లు వివిధ విద్యాకేంద్రములచే ఆహూతుడై యూరప్ ఖండమంతటను పర్యటించెను.


సుబ్రహ్మణ్య చంద్రశేఖర్

1936 లో చంద్రశేఖర్ చికాగో యూనివర్సిటీలో 'యర్కిస్' అబ్జర్వేటరీలో డాక్టరు స్ట్రూవే కు సహాయ పరిశోధకుడుగా ప్రవేశించెను. ఇప్పటికిని ఆయన అక్కడనే ఉన్నాడు.

చంద్రశేఖర్ శాస్త్రపరిశోధనలు ముఖ్యముగా నక్షత్ర చలనశాస్త్రము (స్టెల్లార్ డైనమిక్స్) నకు సంబంధించినవి. నక్షత్రవాతావరణము, నక్షత్రనిర్మాణము, శ్వేతవామన తారలు, గాలక్సీ చలనప్రకారము ఆదిగాగల అనేక ఖగోళ విషయములపై ఆయన గణనీయమైన పరిశోధనలు కావించినాడు. ఈ పరిశోధనలకై లండన్ రాయల్ సంఘముచే సంఘసభ్యపదవీప్రదానముచే 1942 లో బహూకృతుడయ్యెను. తరువాత న్యూయార్కు-శాస్త్ర పరిషత్తు క్రెస్సీ మారిజన్ బహుమానాన్ని, 1945 లో ఆంధ్ర యూనివర్సిటీ వారు కట్టమంచి రామలింగారెడ్డి జాతీయబహుమానాన్ని ఇచ్చిరి. 1962 లో చంద్రశేఖర్‌కు రాయల్ సొసైటీ బంగారు పతకము లభించింది. అ. వెం. సూ. రా.

**చలదణు సిద్ధాంతము:** చూ. అణుచలనసిద్ధాంతము. పు. 125.

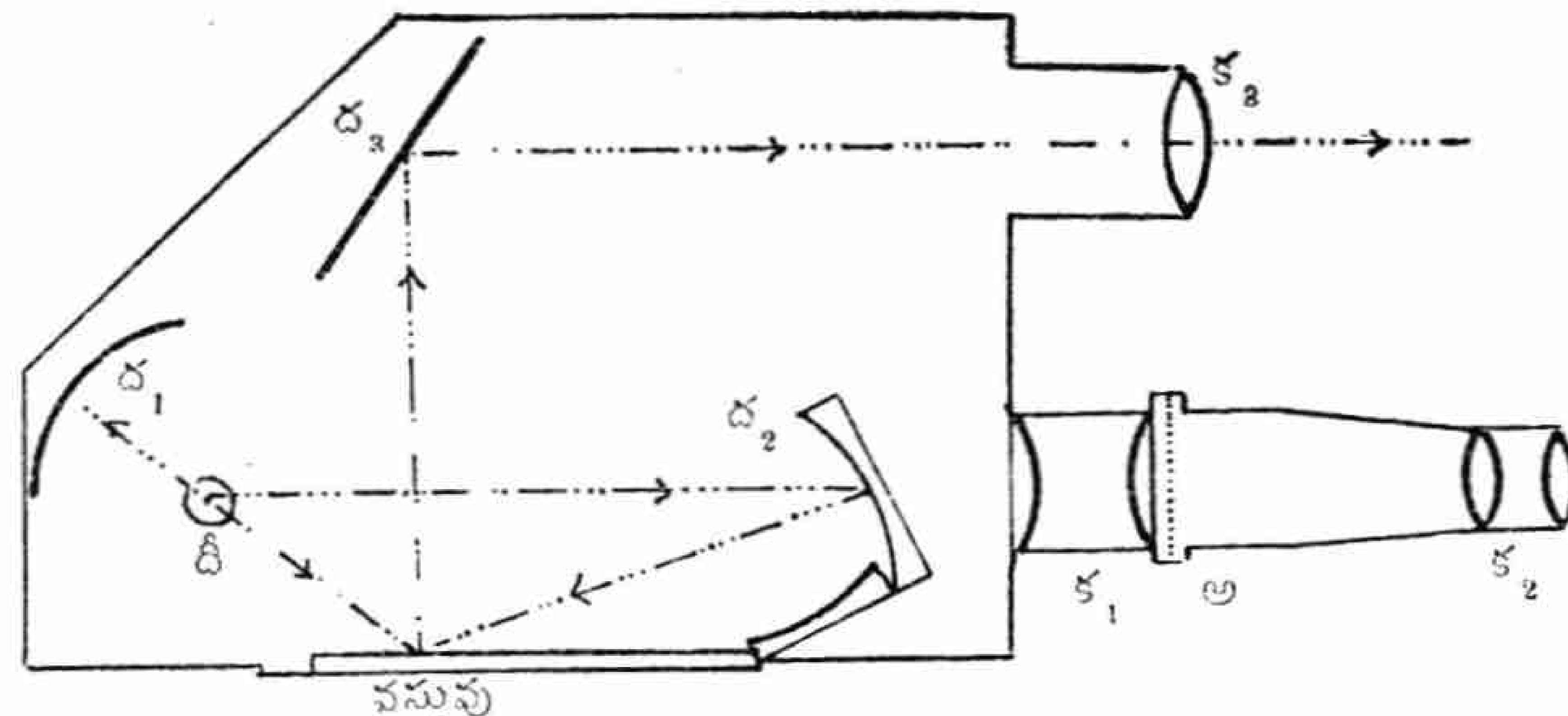
**చలసమాంగ రూపత :** చూ. సమాంగరూపత.

**చలువచూర్ణము :** చూ. క్లోరీన్ పు. 308.

**చాక్షుషచైతన్యము :** చూ. కాంతిచైతన్యము;పు.241.

**చాక్షుష పరికరములు :** చాక్షుష పరికరములు రెండు విధములు : (1) కెమేరా, ప్రొజక్టర్, ఎపిడయస్కోప్ వంటివి కాంతిసహాయమున బింబములను తెరపై ప్రక్షేపించును; (2) దృష్టికి సహాయకారులుగా ఉండేవి-దూరదర్శని (టెలిస్కోప్), సూక్ష్మదర్శని (మైక్రోస్కోప్) మొదటి తరగతి పరికరములలో తెరపైగాని, ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ముపైగాని నిజప్రతిబింబము పడును. చూచుటకు కన్ను ఉపయోగించుటవల్ల రెండవతరగతి వాటిలో నిజప్రతిబింబము రెటీనాపై పడనవసరము లేదు. అది అవాస్తవికబింబమైనప్పటికిని ఇబ్బంది లేదు. సాధారణంగా వాడుకలో ఉన్న కొన్ని చాక్షుష పరికరములను స్థూలముగా దిగువ పరిచయము చేయడమైనది.

ఎపిడయస్కోప్ : స్లైడుపైనుండు బొమ్మలను, పుస్తకములలో అచ్చువేసినవిషయములను, అచ్చుబొమ్మలను తెరపై చూపుట కుపయోగించు సాధనము. అపారదర్శక వస్తువుల బొమ్మలు చూపునపుడు దానిని ఎపిస్కోప్ అందురు. సామాన్య మాయలాంతరువలె వాడునపుడు దానిని 'డయస్కోప్' అందురు. ఎపిస్కోప్ గా వాడునపుడు మిక్కిలి కాంతిమంతమైన 1000 విద్యుద్దీపము (లేదా రెండు 500 వాట్టులు దీపములు)తో అచ్చుబొమ్మను మిక్కిలి ప్రకాశవంతముగ చేయుదురు.




ఎపిడయస్కోప్ : అ = స్లైడు ; $క_1$, $క_2$, $క_3$ = కుంభాకార కటకములు ; $ద_1$, $ద_2$, $ద_3$ = దర్పణములు దీ = దీపము.

కాంతి చొరరాని పెట్టెయందు 'దీ' అను మిక్కిలి ప్రకాశవంతమైన దీపము కలదు. దీనివెనుక, ముందు $ద_1$, $ద_2$ అను పుటాకారదర్పణములు పీఠమున చూపబడినట్లు అమర్చబడినవి. పెట్టె అడుగుభాగమున ఒక పలకపై వస్తువు 'వ' నుంచవచ్చును. '$ద_3$' అను సమతలదర్పణము సమమట్టమునకు 45° ఏటవాలుగా నుండునట్లు వస్తువు కెదురుగ పెట్టెపైభాగమున బిగింపబడినది. '$క_3$' అను కటకము అచ్చుబొమ్మలప్రతిబింబములను తెరపై నేర్పరచును. దీని వ్యాసము చాల పెద్దదిగనుండును. '$క_1$', '$క_2$' మాయలాంతరు సంపుటీకరణ, కేంద్రీకరణ కటకములు. 'అ' అనునది స్లైడు. ఒక మరసహాయముచే '$ద_2$' ను మాయలాంతరు కటకములకు అడ్డముగ ఉంచవచ్చును. కావలసినప్పుడు దానిని ప్రక్కకు నెట్టవచ్చును. పెట్టెలోపల, వెలుపల నల్లరంగు పూయబడియుండును. బల్బువేడిమి పెట్టెయందలి వేడిని చల్లార్చుటకు ఎలక్ట్రిక్ ఫాన్ పెట్టెలో బిగింపబడియుండును.

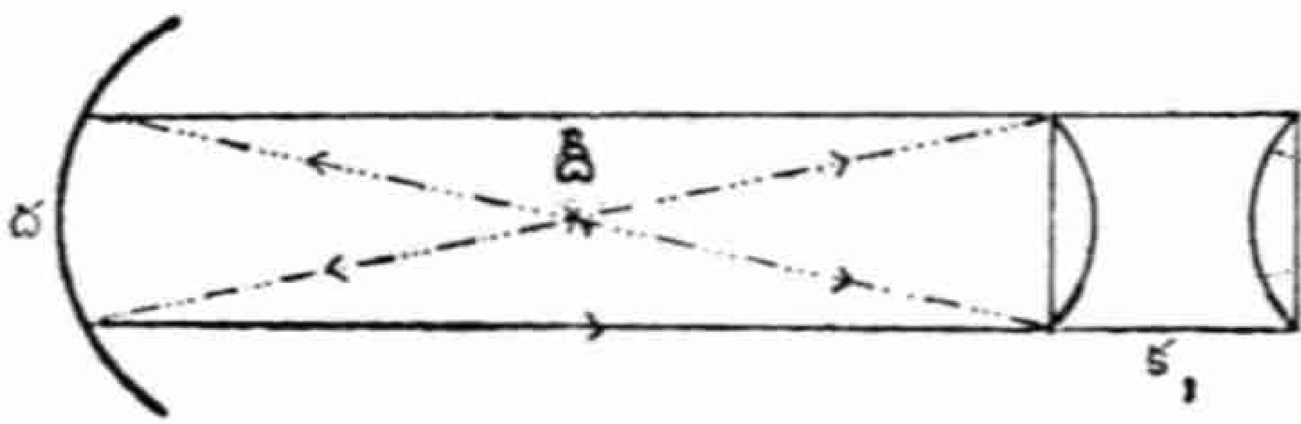
ఎపిస్కోప్‌గా పనిచేయునపుడు దీపమునుండి ప్రసరించు కిరణములును, $ద_1$, $ద_2$ల వద్ద పరావర్తనము చెందిన కిరణములును వస్తువుపై బడి దానిని ప్రకాశవంతముగ చేయును. దీపమునుండి '$ద_1$', '$ద_2$' ల దూరము వాని నాభిదైర్ఘ్యము కంటె కొలదిగ ఎక్కువగ నుండును. పై రీతిగ ప్రకాశవంతముగ చేయబడిన వస్తువు నుండి కిరణములు నిలువుగ పైకి ప్రసరించి '$ద_3$' అను సమతల దర్పణమున పరావర్తనము చెంది, సమమట్టమునకు సమాంతరముగ '$క_3$' ద్వారా వెలువడును. సమతల దర్పణమున ఏర్పడిన వస్తువుయొక్క మిథ్యాప్రతిబింబము '$క_3$' అను కటకమునకు దాని 'న, 2న,ల నడుమ నుండుటచే చాలదూరమున ('2న'కు ఆవల) తెరపై విస్తృత ప్రతిబింబము సుస్పష్టముగ ఏర్పడును. సమతల దర్పణములనుండి '$క_3$' అను కటకమున్న దూరము మార్చుటకు కేంద్రీకరణ మర ఉండును. పై రీతిగ అచ్చు బొమ్మలను తెరపై చూపనగును. ఇదియే ఎపిస్కోప్

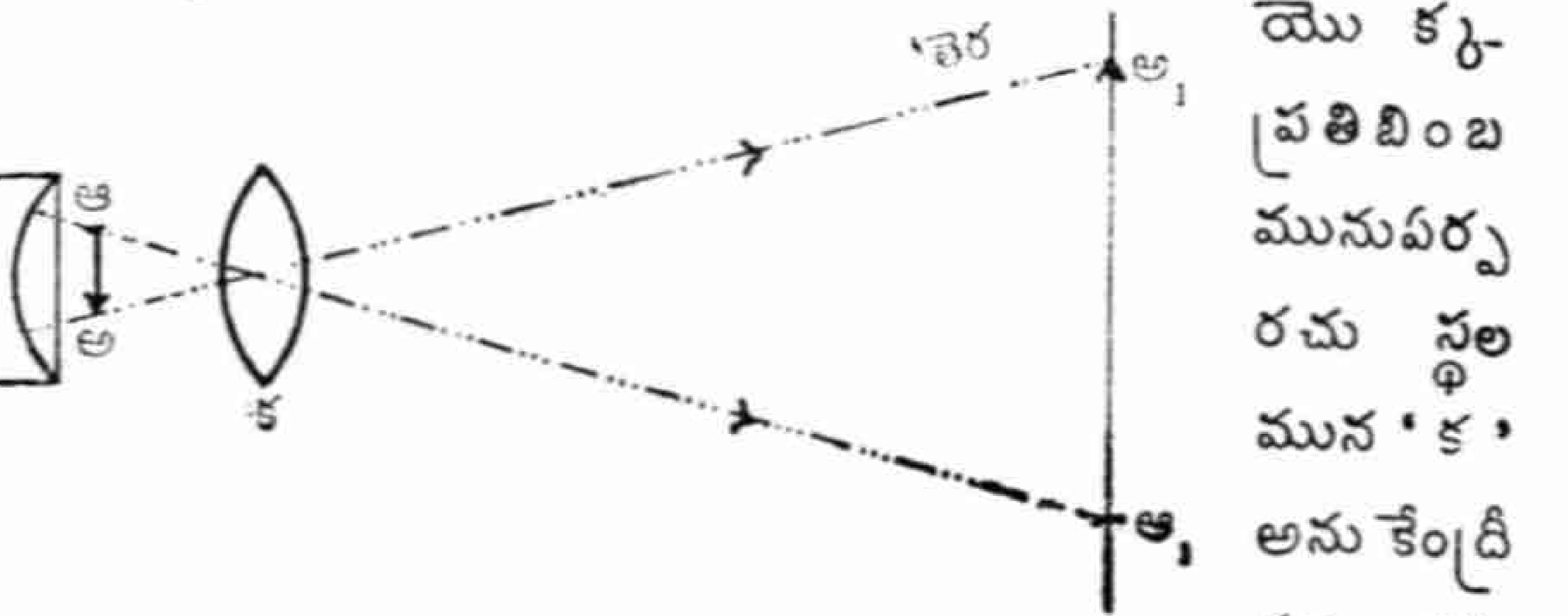
దీనిని డయస్కోప్‌గా వాడునపుడు '$ద_2$' అను పుటాకార దర్పణమును క్రిందికి వాల్చుటకును, '$క_3$' అను కటకమును నల్లని పలకచే మూయుటకును ఒకమీట అమర్చబడి ఉండును. అప్పుడు దీపము '$క_1$', '$క_2$' కటకములమధ్య 'అ' అను స్లైడునుచేరి మాయలాంతరువలె పనిచేసి తెరపై విస్తృత సుస్పష్టప్రతిబింబ మేర్పరచును. పై రీతిగ ఈ సాధనమును రెండు విధములుగా వాడుదురు.

కొన్నిటిలో ఎపిస్కోప్, డయస్కోప్ కేంద్రీకరణ కటకములు పై చూపబడినట్లు ప్రత్యేకముగ ఉండక ఒక్కటే ($క_3$) స్థానమున నుండునట్లమర్చబడియుండును. వాటిలో స్లైడు $క_3$, $ద_3$ మధ్య పెట్టుటకు వీలుండునట్లు అమర్తురు. డయస్కోప్‌గా వాడునపుడు వస్తువుస్థాన

మున ఒక సమతలదర్పణము 45° సమమట్టముననుండునట్లు బిగింపబడియుండును. ఎపిస్కోప్‌గా వాడునపుడు వస్తువుస్థానమునగల సమతల దర్పణమును మీటసహాయమున ప్రక్కకుత్రోసి అచ్చుబొమ్మలను తెరపై చూపనగును.

**యక్షిణీలాంతరు:** ఈ పరికరమునందు ముఖ్యభాగము 'క' అను ద్వికుంభకటకము. కేంద్రమునుండి నాభికిని, దాని రెట్టింపు దూరమునగల బిందువునకును (న, 2 న) మధ్య ఒక వస్తువునుంచిన కటకమునకు ఆవలవైపున 2న కంటె దూరమున విస్తృత ప్రతిబింబము తలక్రిందుగా ఏర్పడును. ఈ సూత్రమే యక్షిణీలాంతరునందు సినిమా ప్రొజక్టర్‌లలోను ఉపయోగింపబడునది. ఈ పరికరములోని మిగతా భాగము అన్నియు ప్రతిబింబమును ప్రకాశవంతముగ చేయుటకు ఉద్దేశింపబడినవే.




యక్షిణీలాంతరు: క = ద్వికుంభకటకము; అ-ఆ = స్లైడు; ద = పుటాకార దర్పణము; దీ = దీపము.

దీని నిర్మాణము పటములో చూపబడినది. 'దీ' అను మిక్కిలి ప్రకాశవంతమైన దీపముగాని, లేదా విద్యుత్ చాపముగాని ఒక పెట్టెయందుండును. దానివెనుక 'ద' అను పుటాకార దర్పణము కటకపు నాభిదైర్ఘ్యమునకు సమానమైన దూరమున అమర్చబడినది దీపమునకు ముందు '$క_1$' అను కేంద్రీకరణ కటకము దాని నాభిదైర్ఘ్యము దూరముకన్న కొలదిగ ఆవలనుండును. ఈ కేంద్రీకరణ కటకమునందు రెండు సమానాంతరకుంభకటకములు ఒక గొట్టమున కొలదిదూరమున బిగింపబడినవి. '$క_1$' సమీపమునసే 'అఆ' యను కిరణభేద్యమగు స్లైడు గలదు. దాని తరువాత 'క' అను కేంద్రీకరణకటకము కలదు. ఈ కటకముకూడ కేంద్రీకరణ కటకము వలెనే నిర్మింపబడినది. దీనికి ఆవలివైపున చాలదూరమున తెరయుండును, తెరతప్ప మిగతభాగము అన్నియు వెలుతురు చొరరాని పెట్టెయందు అమర్చియుండును.

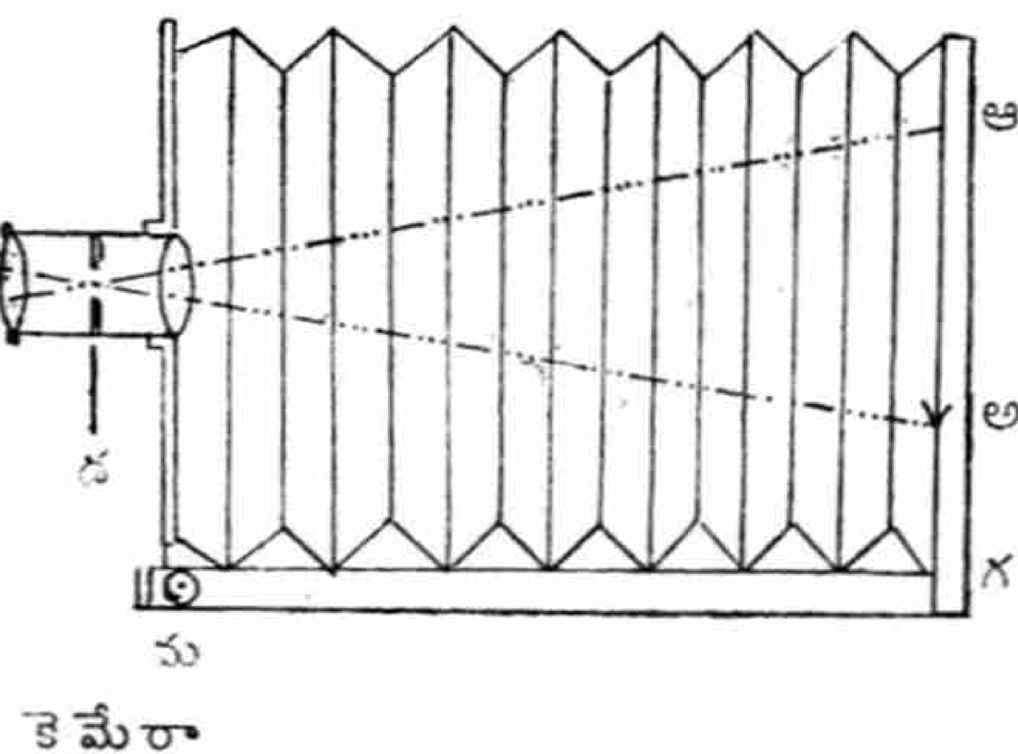
దీపమునుండి కిరణములు అన్నివైపుల ప్రసరించును. నాభిదైర్ఘ్యదూరమునగల 'ద'పై బడిన కిరణములు పరావర్తనముచెంది ముఖ్యాక్షమునకు సమాంతరముగ 'క'పై పతనమగును. 'ద'నుండి నేరుగవచ్చిన కిరణములతో ఈ పరావర్తితకిరణములు కలిసి '$క_1$' ద్వారా వక్రీభవించి 'అఆ' యను స్లైడును మిక్కిలి ప్రకాశవంతముగ జేయును. పిదప ఆ కిరణములు 'క'యను ద్వికుంభకటక కేంద్రము ద్వారా ప్రసరించి తెరపై బడును. 'అఆ' యను స్లైడును తలక్రిందుగ 'క' యొక్క 'న, 2న'ల మధ్య నుండుటచే ఎదుటివైపున చాల దూరమున ఉన్న తెరపై విస్తృత ప్రతిబింబము నిలువుగా నేర్పడును. స్లైడుపై వ్రాసిన బొమ్మగాని, విషయముగాని తెరపై సుస్పష్టముగ నగపడును. '$క_1$' అను కటకము దీపము యొక్క ప్రతిబింబమునుఏర్పరచు స్థలమున 'క' అను కేంద్రీకరణ కటకము ఉండిన తెరపై ప్రతిబింబము సుస్పష్టముగా నుండును. కాన స్లైడునుండి 'క' యొక్క దూరము మార్చుటకు 'రాక్ అండ్ పినియనన్' ఏర్పాటు కలదు. దీని మూలముననే సుస్పష్ట ప్రతిబింబ మేర్పడునంతవరకు 'క'ను కేంద్రీకరింప వచ్చును. చిత్రదర్శక యంత్రము సాధారణముగా చీకటి ఉన్నపుడే వాడెదరు.

**కెమేరా:** ఫోటోలుతీయుయంత్రమునే ఛాయాగ్రహణ యంత్రమనియు, లేదా కెమేరాఅనియు అందురు.

ఈ పరికరములోని ప్రధాన భాగము 'క' అను ద్వికుంభకటకము. ఒకకుంభకటకపు నాభిదైర్ఘ్యమునకు రెట్టింపుదూరమునకు ఆవలనున్న వస్తువుయొక్క నిజమైన ప్రతి బింబము 'న', '2 న'ల నడుమ చిన్నదిగా, తలక్రిందుగా ఏర్పడును. ఈ సూత్రము కెమేరా నిర్మాణమునకు ఆధారము. వెలుతురుచొరరాని కొలిమి తిత్తివలె ముడుచుటకు, సాగదీయుటకు వీలైన పెట్టెయొక్క ముందుభాగమున 'క' అను కుంభకటకము ఉండును. ఈ కుంభకటకము నిజముగా రెండిటికూడిక. ఈ కూడికవలన ప్రతిబింబపు అస్పష్టత తొలగిపోవును, ఈ కటకమునకు సరిగా వెనుకభాగమున 'గ' యను గరుకుగాజుతెర గలదు. 'మ' అను ప్రక్కగల స్క్రూసహాయమున కటకమునకు, గరుకుగాజుతెరకు మధ్యనున్న దూరమును మార్చవచ్చును. ఈ కటకముపై ఒకమూత అమర్చబడియుండును. ఈమూతను పూర్ణముగామూసివేయుటకుగాని, ఎంతవలసిన అంతమట్టుకు తెరచుటకుగాని అవకాశమున్నది. దీనికి 'షట్టర్' ; అని పేరు. కెమేరాకు ముందుంచిన

వస్తువునుండి వచ్చు ప్రకాశము నిర్ణీతకాలముమాత్రమే లోనికిపోనిచ్చి పిమ్మట మూసికొనిపోవునట్లు ఈ మూతను అమర్చవచ్చును. 'క' వెనుకగల పలుచనితెరలో 'ద' అనుచోట ఒక కన్నముండును. ఈ తెరయందున్న సాధనముచే కన్నపు వైశాల్యమును మార్చుచు కావలసినంత వెలుతురును కెమేరాలోనికి పోనీయవచ్చును. దీనినే కెమేరాయొక్క కనుపాప లేదా 'ఎపర్చర్' అందురు. ఈ ఎపర్చర్ కలిగిన పొరకు 'డయాఫ్రమ్' అని పేరు. సుస్పష్టమైన ప్రతిబింబము ఏర్పడుటకు ఈకనుపాప చాల చిన్నదిగ నుండవలెను. కటకపు నాభిదైర్ఘ్యము (న) కు, కనుపాపవ్యాసము (ద) కు గల నిష్పత్తిని తెలుపు అంకె $\left(\frac{న}{ద}\right)$ కెమేరా ఛాయాగ్రహణ సామర్థ్యమును తెలుపును.

'అ ఆ' అను వస్తువు 'క' అను కటకమునకు '2 న' కంటె చాలదూరమున ఉండుటచే దాని నిజమైన ప్రతిబింబము తలక్రిందులుగా 'గ' యను గాజుఫలకముపై ఏర్పడును. 'మ' అను స్క్రూను త్రిప్పుటచే కెమేరా పొడవును మార్చి గాజుతలముపై పడు ప్రతిబింబమును సుస్పష్టముగచేయవచ్చును. పిదప కెమేరా షట్టర్‌ను మూసి గాజుఫలకస్థానమున ఒక ఛాయాగ్రహణఫలకమునుంచుదురు. షట్టర్‌ను నిర్ణీత కాలము తెరచిపెట్టి వస్తువు ప్రతిబింబము గ్రహణఫలకముపై పడునట్లుచేసి మరల షట్టర్‌ను మూయుదురు. దీనినే 'ఎక్స్‌పోజర్' (ఎదురుపెట్టుట) అందురు. పిదప ఆ గ్రహణఫలకమును వెలుతురు చొరరాని చట్రములో జాగ్రత్తగానుంచెదరు.



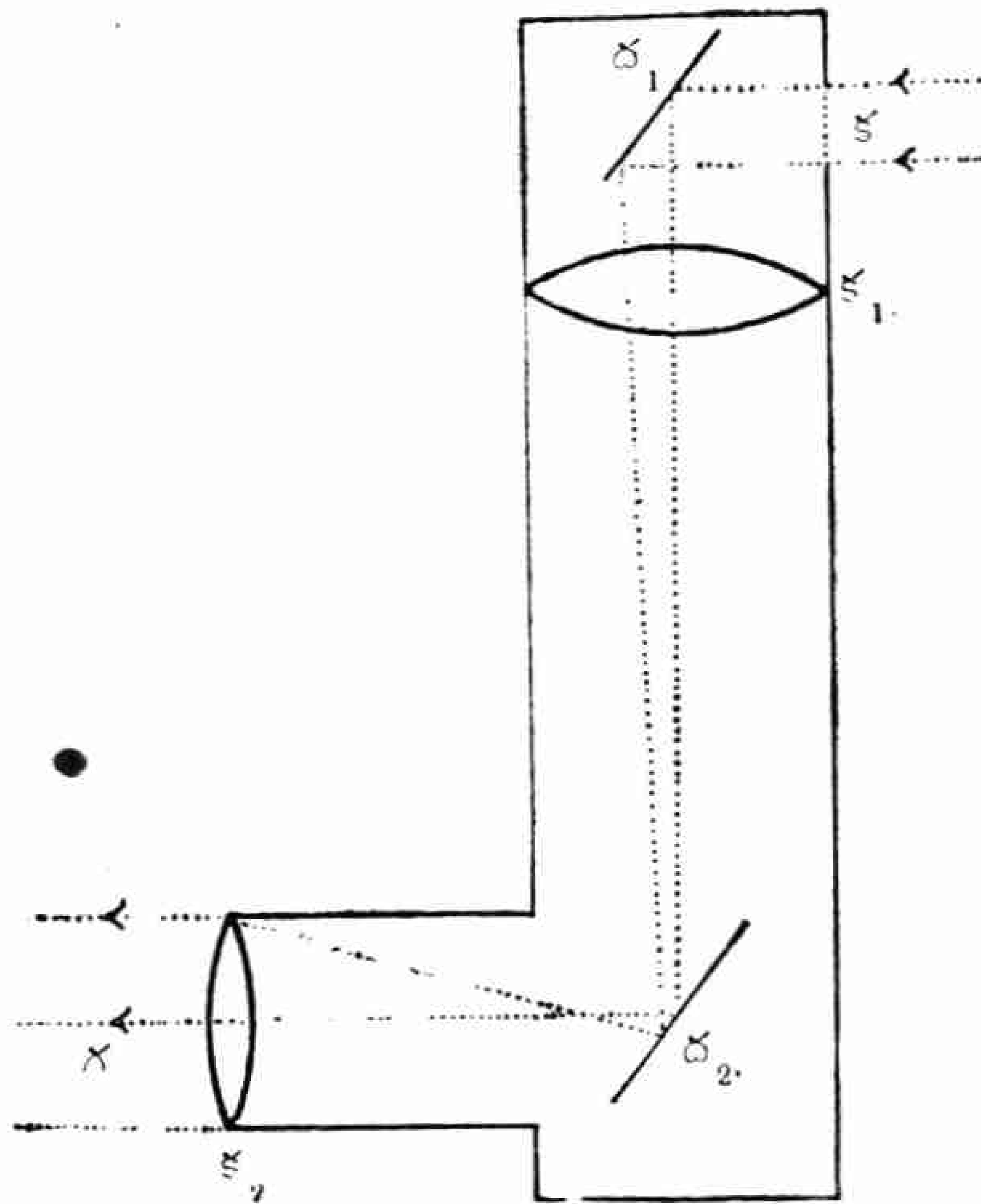

కెమేరా

ఛాయాగ్రహణఫలకముపై సిల్వర్ బ్రోమైడ్ గల జిగురుద్రవ్యము పూయబడియుండును. ఈ సిల్వర్ బ్రోమైడ్ లవణమునుండియే ఈఫలకమునకు ఛాయాగ్రహణసామర్థ్యమలవడినది. వెలుతురు పడినచోట్లనెల్ల ఫలకముపై గల ద్రవ్యము కంటికి గోచరముకాని కొన్ని రాసాయనిక మార్పులకు లోనగును. ఈఫలకమును వెలుతురు తగలనీక ఎర్రనిదీపపుకాంతిలో చట్రమునుండి పైకితీసి 'డెవలపర్' అను రాసాయనికద్రావకములో ఉంచెదరు. ఈ డెవలపర్ చేయుపని ఫలకముపైపడిన కాంతికారణముగా ప్రచ్ఛన్నమైయున్న ఛాయాచిత్రమును మనకంటికగుపడునట్లు చేయుట. ప్రచ్ఛన్నమైనచిత్రమును వ్యక్తముగాచేయు సామర్థ్యముగల డెవలపర్ అను ఈ రాసాయనికద్రవ్యమునకు మనము వికాసకమనియు లేదా వ్యక్తకమనియు అందుము.

కాంతియొక్క అక్సీహరణప్రభావమువలన అది పడిన చోట్లనెల్లను, సిల్వర్ బ్రోమైడ్‌నుండి వెండిధాతువువేరగును. ఈ ధాతుకణములు అక్కడక్కడ కేంద్రకములుగా నుండి ఫలకము వ్యక్తకద్రావకము (డెవలపర్) లో నుంచినపుడు ఈ ధాతుకణ కేంద్రకములచుట్టు వెండిధాతువు వేరగును. ఇది నల్లగా నుండుటచే వెలుతురుపడినచోట్లెల్ల అతిగాఢమైన నలుపురంగు అలమరించుకొని ఉండును. ఇట్టి స్థితిలో ఆ ఫలకముపై వెలుతురుపడని సిల్వర్ బ్రోమైడ్ భాగము లుండుటచేఫలకమును వెలుతురులోనికి తీసికొనిరాకూడదు. అందుకై మార్పుచెందని సిల్వర్ బ్రోమైడ్ భాగము సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ద్రావణముచే కడిగివేయుదురు. ఈ ద్రావణమునకు కాంతికారణముగా రాసాయనికపు మార్పును చెందని సిల్వర్ బ్రోమైడ్‌ను తనలో విలీనము చేసికొను సామర్థ్యము గలదు. అందుచే కాంతి పడని చోట్లనుండు సిల్వర్ బ్రోమైడ్ అంతయు ఈద్రావణములో కరిగిపోవును. ఇట్లే ద్రావణమందు కొంతకాలముంచి ఫలకమును పైకితీసి శుద్ధజలముతో కడిగి ఆరబెట్టుదురు. ఈవిధానమునకు స్థిరీకరణము (ఫిక్సింగ్)అందురు. వస్తువులో కాంతిపడ్డచోట్లెల్ల చిత్రములో నల్లగను, విరుద్ధమగుచోట్లెల్ల తెల్లగను, ఫలకముపైగల ప్రతిబింబములు గోచరించును. వస్తువుపై గల ఛాయాప్రకాశముల విభజనక్రమమునకు విరుద్ధముగానున్నక్రమము ఫలకముపైనున్న చిత్రమున గోచరించును గనుక, ఈ ఫలకమునకు 'వ్యతిరేకచిత్రము' (నెగెటివ్ ఇమేజ్) అని పేరు. ఈ వ్యతిరేకచిత్రమే మనము సాధారణముగా చూచు ఛాయాచిత్రమునకు మాతృక. దీనినుండి చిత్రములను సంపాదించవలెననిన దీనినొక చట్రముననుంచి దానివెనుక ఒకఛాయాగ్రహణ కాగితము (పి.ఓ.పి.)ను ఉంచి మంచికాంతిలో ఉంచుదురు. ప్రకాశమును నిర్ణీతకాలము దానిపై బడనిచ్చి దీనినుండి 'సరళచిత్రము' (పోజిటివ్)ను తీయుదురు. ఈకాగితముపై కూడా కాంతి రాసాయనికపు మార్పును చెంది కాంతిగ్రహణసామర్థ్యము గల రాసాయనికద్రవ్యమొకటి ఉండును. ఫలకముపై నుండు అట్టిద్రవ్యము సిల్వర్ బ్రోమైడ్

అని చెప్పియుంటిమి. ఈ కాగితముపై ఉండునది సిల్వర్ క్లోరైడ్. ఛాయాచిత్రములను గ్రహించుటకుపయోగించు రాసాయనిక ద్రవ్యములన్నియు సాధారణముగా రజత లవణములే అను విషయము గమనింపదగినది. కాంతికి మార్పుచెందు మరికొన్ని ద్రవ్యములున్నను రజతలవణము లంత మార్పు చెందగలిగిన ద్రవ్యములు లేవు. వ్యతిరేక చిత్రము గల ఫలకముక్రిందనుంచిన ఈ కాగితమును ముందు ఫలకమును ఎట్లు వ్యక్తకముచేతను కడిగితిమో అటులనే ఈ కాగితమును కూడ వ్యక్తక, ద్రవ్యప్రభావమునకు గురి చేయుదుము. కాగితముపై బడిన చిత్రమందు వ్యతిరేక చిత్రపు భాగముల నుండి వెలుతురుపడుటచే వ్యతిరేక చిత్రమున నల్లగా నుండుచోట్లు కాగితపు చిత్రముపై తెల్లగాను, అందుకు విరుద్ధముగా నుండుచోట్లు నల్లగాను, గోచరించుటచే ఈ కాగితపుచిత్రమునకు సరళచిత్రము అని పేరు; దీనినే 'ఫోటో' అందురు. కెమేరాలలో ఛాయాగ్రహణ ఫలకమువంతు ఛాయాగ్రహణ పటము కూడ వాడుదురు.

పెరిస్కోప్ : యుద్ధసమయములందు కందకములలోను, జలాంతర్గాములలోను ఉండు మనుష్యులు తమకు అపాయము లేకుండ శత్రుపటాలముల గమనమును అవలోకించుటకు పెరిస్కోప్ సాధనమును వాడుదురు. ఒక పొడుగుధాతు గొట్టము చివర 'క' యను నొక గాజు ద్వారము కలదు. దీని కెదురుగ '$ద_1$' యను సమతల దర్పణము సమమట్టమునకు 45° కోణము చేయునట్లు పటవాలుగ అమర్చబడినది. కాన, దూరవస్తువులనుండి వచ్చు ప్రకాశ కిరణములు సమమట్టమునకు సమానాంతరముగ దర్పణముపై పడి, క్రిందికి నిలువుగ పరావర్తనము చెందును. పిమ్మట ఆ కిరణములు '$ద_2$' అను రెండవ సమతల దర్పణముపై

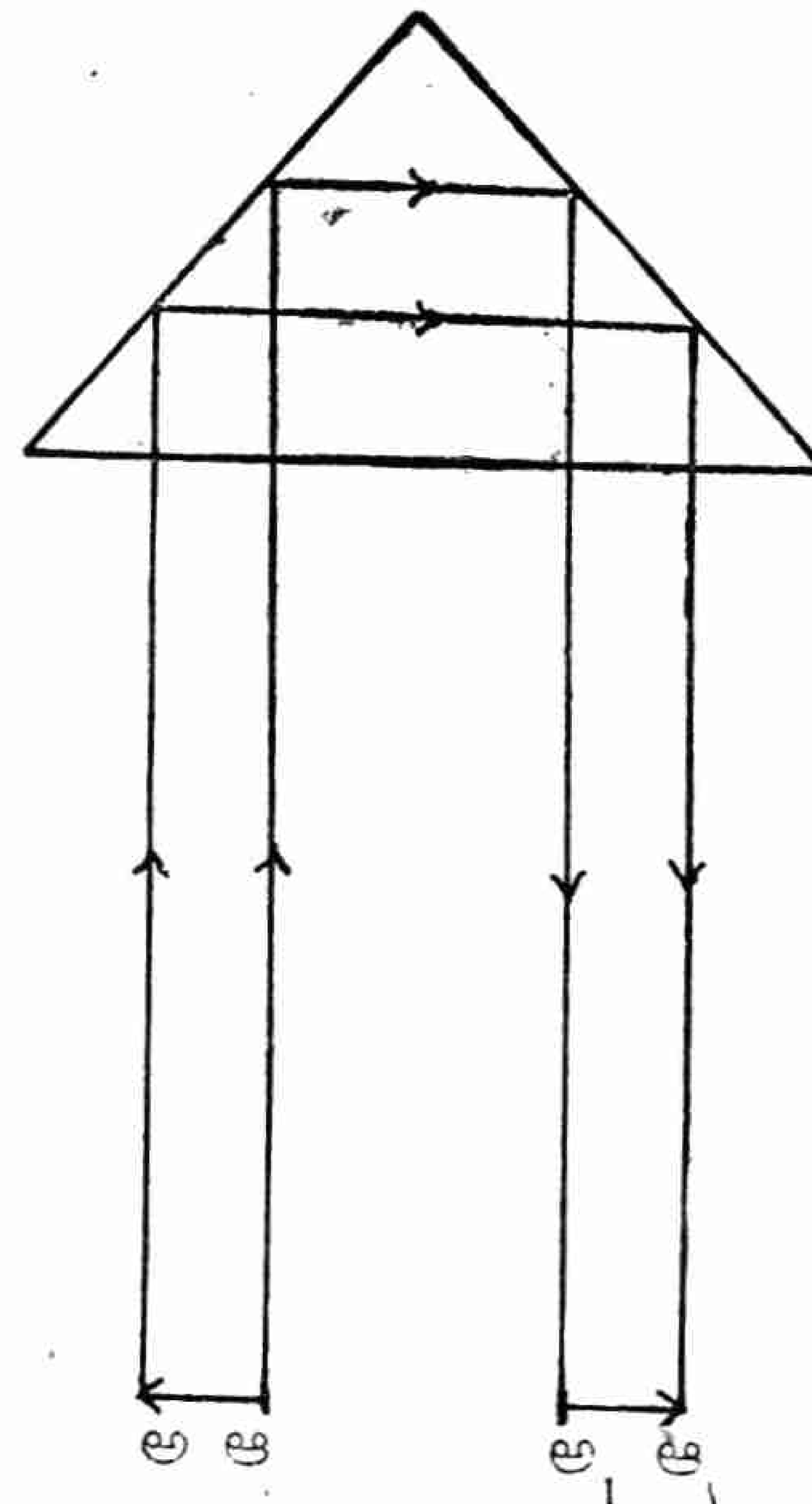


పెరిస్కోప్ (పరిదర్శక)
క, గ : గాజు ద్వారము
$ద_1$, $ద_2$ : సమతల దర్పణములు
$క_1$, $క_2$ : కటకములు

పడును. '$ద_2$' కూడ మొదటి దర్పణమునకు సమానాంతరముగ గొట్టము రెండవ చివర నమర్చబడినందున, ఆ కిరణములు '$ద_2$' వద్ద మరల పరావర్తనముచెంది 'గ' అను ద్వారమున సమమట్టమునకు సమానాంతరముగ వెలువడును. దీనిలో వాడు గొట్టము చతురస్రాకారము కలిగియుండును. 'క', 'గ' ల వద్ద గాజు పలకలను అమర్చి గొట్టములో నీరు చొరనివ్వక వాడవచ్చును. అందువల్లనే జలాంతర్గాములందు దీనిని వాడుదురు. దీని మూలమున గోడచాటున దాగియుండి గోడ ఆవలివైపున జరుగు పందెములను చూడనగును. తమకుఅపాయములేకుండ శత్రువ్యూహములను కందకములలో నుండి తిలకింపనగును. జలాంతర్గాములు ఉపయోగించు సాధన నిర్మాణము ఇంత సులభము కాకపోయినను ఇదే సూత్రముపై ఆధారపడినది. సమతల దర్పణములకు బదులుగా సంపూర్ణాంతర పరావర్తనపట్టకముల నుపయోగింపవచ్చును.

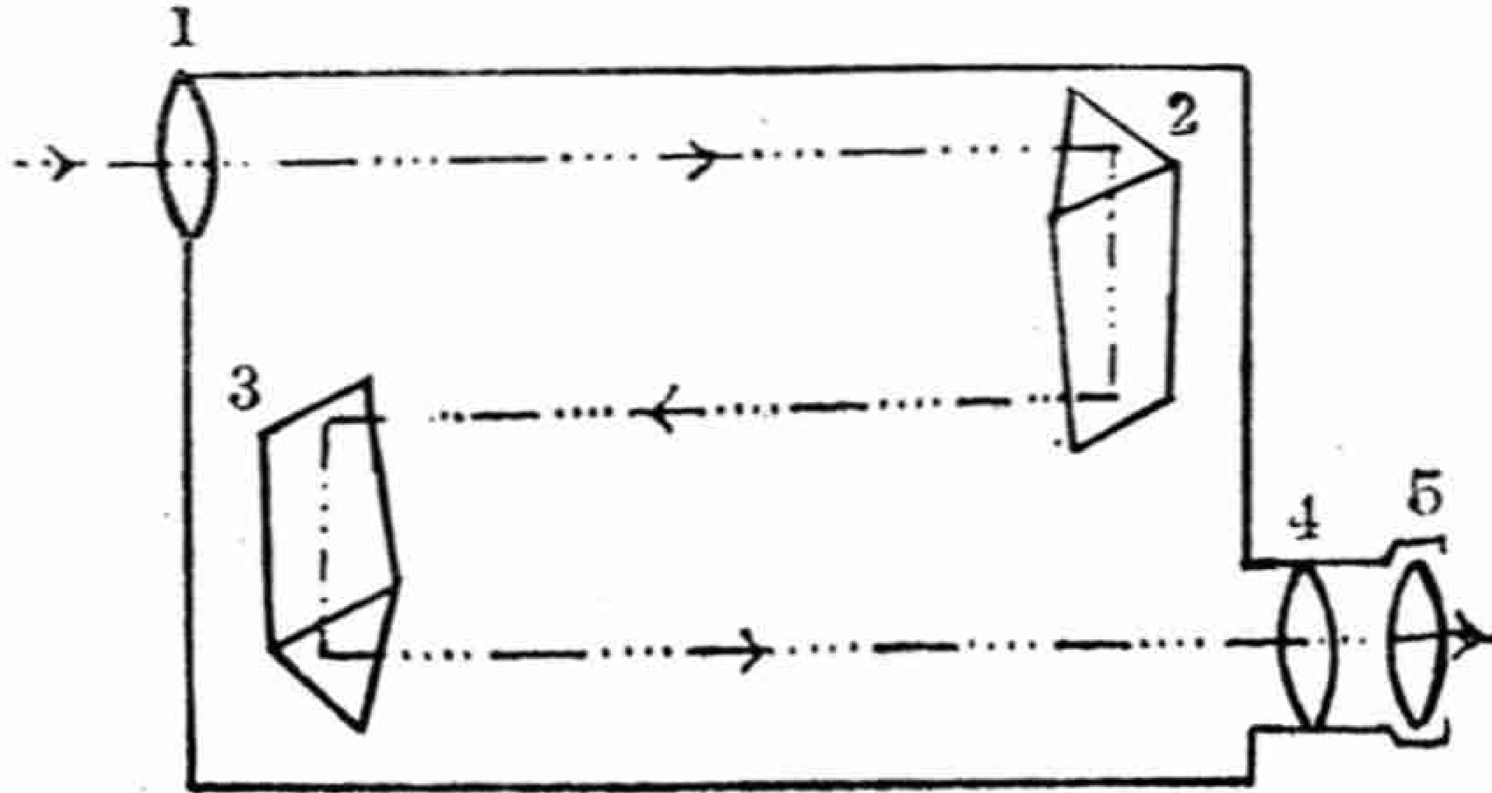
బైనాక్యులర్స్ : పర్వతారోహకులు, జాలభటులు, సైనికులు దూరముననున్న వస్తువులను చూచుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. విమానాశ్రయములలోను, గుర్రపు పందెములను చూచుటకును దీనిని వాడుదురు.

ఒకే పొడవుగల రెండు గెలీలియన్ దూరదర్శనిలు రెండు కండ్లతోనూ ఒకేమారు చూచుటకు వీలగునట్లు ఒకదాని ప్రక్కన ఒకటి అమర్చబడి ఉండును. ఒక్కొక్క దూరదర్శని యొక్క వస్తుకటకము, అక్షికటకముల మధ్య రెండు సమబాహు లంబకోణ పట్టకములు ఉన్నవి. దూరముననున్న వస్తువుల నుండి కిరణములు సమానాంతరముగ ప్రసరించి వస్తుకటకము ద్వారా వెలువడును. పిదప ఒక పట్టకముపై బడి సంపూర్ణ పరావర్తనముచెంది, రెండవ పట్టకముపై మరలపడి రెండవమారు సంపూర్ణపరావర్తనముచెంది, అక్షికటకము ద్వారా కిరణములు కంటిలో



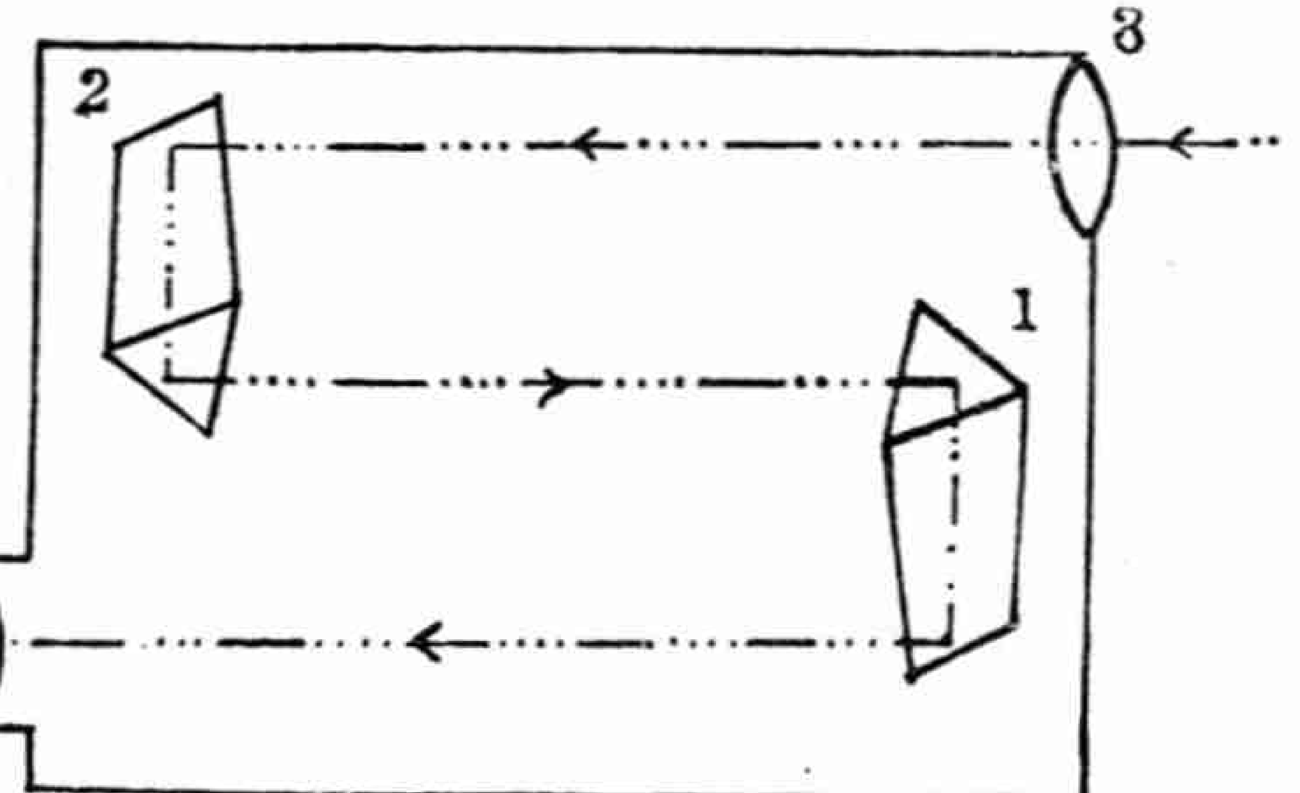
సంపూర్ణాంతరపరావర్తనమున పార్శ్వవిపర్యాసము

ప్రవేశించును. పై రెండు పట్టకముల అంచులు ఒకదాని కొకటి లంబముగా ఉంచినందున మనముచూచు ప్రతిబింబమున, కుడిఎడమలు పార్శ్వవిపర్యాసము చెందుటగాని, నిలువున తలక్రిందులుగ పడుటగాని ఉండదు. వస్తువువలెనే ప్రతిబింబము గోచరించును. క్రింది పటములలో చూపబడినట్లు కిరణములు మూడుమార్లు ప్రతి దూరదర్శనిలోను విరుగును. పట్టకములు ఒకదానికెదుట నొకటి ప్రసరణమునకు అడ్డుగనుండక కొద్దిగ ప్రక్కన, పటములో చూపబడి




1 వస్తుకటకము; 2, 3 పట్టకము; 4, 5 అక్షికటకము.

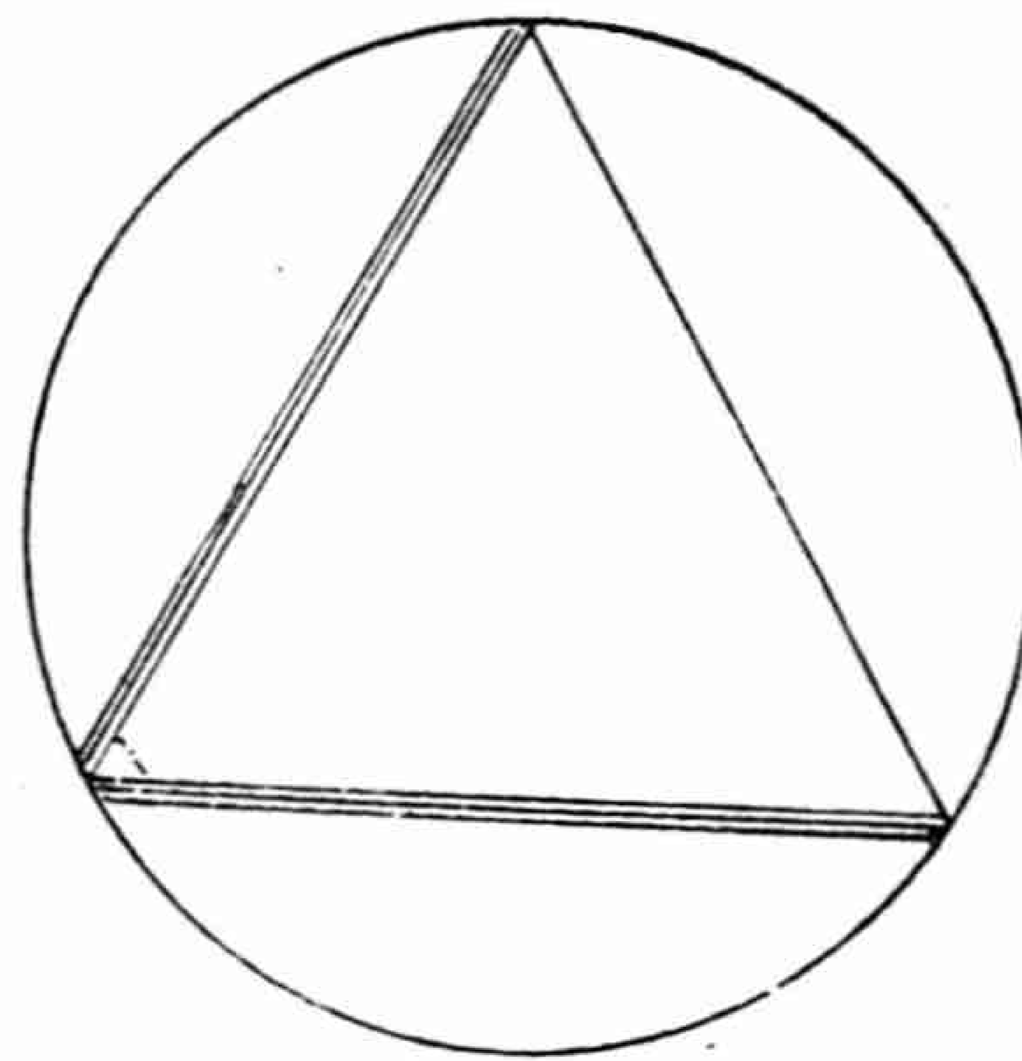
బైనాక్యులర్స్




1, 2 పట్టకము; 3 వస్తుకటకము ; 4, 5 అక్షికటకము.

నట్లు దూరదర్శని కటకములతోకూడ గొట్టమున అమర్చబడినవి. కాన, తక్కువ నిడివిగలిగినను పొడవైన దూరదర్శనివలె పనిచేయుచు సుస్పష్టమైన విస్తృత ప్రతిబింబము నిచ్చును. రెండవ దూరదర్శనికూడ ఇదేరీతిగ పనిచేయును. ఈ రెంటి ముఖ్యాక్షములు కంటి ముఖ్యాక్షములవలెనే కొద్దిగా ఏటవాలుగా నుండుటచేత రెండు దూరదర్శనిలలోనూ ఒకే ప్రతిబింబము కాననగును. దీనినే అక్షములను కుదుర్చుట అందురు. వస్తువుపై దూరదర్శనిలను కేంద్రీకరించుటకు ఒకమర గలదు. కండ్లమధ్యగల దూరమునకు సమమగునట్లు దూరదర్శనిలమధ్యగల దూరమును మార్చనగును. ఈ బైనాక్యులర్స్‌ను చర్మపు పెట్టెలందు అమర్చి మెడకు వ్రేలాడదీసికొని సులభముగ తీసికొనిపోవచ్చును.

చిత్రదర్శని (కెలిడియోస్కోప్): ఈ పరికరమును 1817 లో సర్ డేవిడ్ బ్రూస్టర్ అను స్కాట్లండ్ శాస్త్రవేత్త కనుగొనెను. ఇందలి విచిత్రదృశ్యము ప్రతిబింబము మరలమరల ప్రతిబింబితమగుటచే ఏర్పడుచున్నది. ఇదిపైకి ఒక గొట్టముగా కనిపించును. ఆ గొట్టము పొడవునా రెండు కళాయి వేసిన గాజు ఫలకములు నిర్ణీతకోణములో అమర్చబడి ఉండును. మూడవవైపు మొదటి రెండు గాజు ఫలకములతోను ముక్కోణముగానుండి కళాయిలేని మరియొక గాజుఫలకము ఉండును. ఆ గొట్టము ఒకవైపు గరుకుగాజు ఫలకతోను, కంటితో చూచువైపు మంచిగాజు ఫలకతోను మూయబడియుండును. ఇదిగాక కంటికి ఆవల కొననున్న గరుకుగాజు బిళ్ళపై కొంచెమెడముగా మరొక మంచిగాజు బిళ్ళ అమర్చియుండును. ఈ రెండిటిమధ్యను రంగురంగుల గాజుముక్కలు, గాజుపూసలు ఉండును. కంటితో చూచు వైపు గాజుబిళ్ళ చాలమట్టుకు మూయబడి చూచుటకు చిన్నసందు ఉండును. ఈ గొట్టమును చేతిలో ఉంచుకొని త్రిప్పిన గాజుముక్కలు, పూసలు భిన్నవిచిత్ర సన్నివేశములను పొంది కోణములోనున్న రెండు గాజుఫలకములలో ప్రతిబింబితమై, ప్రతి సన్నివేశమును అయిదు ప్రతిబింబములలో కనబడును. వస్తువుతోకూడా ప్రతిబింబముల సంఖ్య ఆరు అగుటచే ఈ ప్రతిబింబముల సముదాయము షట్కోణసౌష్ఠవమును కనపర్చును. ఇందులో అగపడు ప్రతిబింబముల సంఖ్య గాజుఫలకముల మధ్యగల కోణమును బట్టి ఉండును. క్రింది సమీకరణములచే ఆ సంఖ్యను లెక్కింపవచ్చును కూడ :



చిత్రదర్శని
దళముగానున్న గీతలు దర్పణములను సూచించును.

ప్రతిబింబముల సంఖ్య $= 360/\theta - 1$

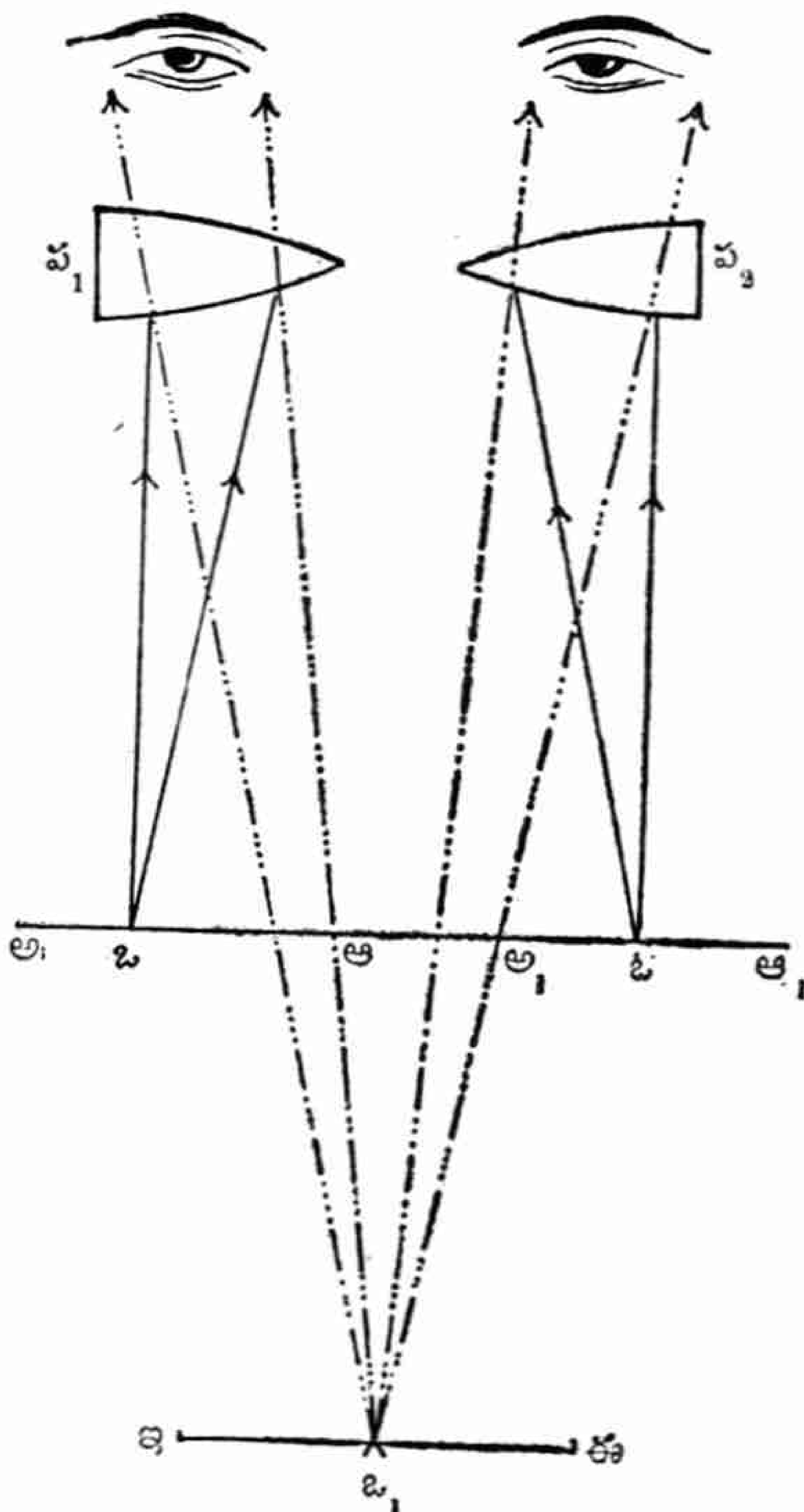
ఇక్కడ $\theta =$ ఫలకములమధ్య కోణము. 360 సంఖ్య, $\theta$ చేసరిగా తెగిపోయినపుడు పూర్ణసంఖ్యగల ప్రతిబింబములు ఏర్పడును. పైని చెప్పినట్లు కోణము $60^\circ$ అయినచో ప్రతిబింబముల సంఖ్య $360/60 - 1 = 5$ అని సులభముగా తెలియనగును.

ఈ గొట్టములో ముక్కోణస్థితిలోనున్న మూడుగాజు ఫలకములును కళాయివేయబడినవేఅయినచో ప్రతిబింబ

ులసంఖ్య అనంతము. ఈ పరికరము చిన్నపిల్లలు ఆడు ను వస్తువుగా వాడుచున్నారు. బట్టలమీద గోడలమీద త్రములను వేయువారలకిది చాల ఉపకారకమైనది.

స్టీరియోస్కోప్: దూరముననున్న వస్తువును మొదట క కంటితోనూ, మరల రెండవకంటితోను చూచిన ఆ స్తువు ఉన్న స్థానము కొద్దిగ మారినట్లు గోచరించును. నగా, కండ్ల అంతఃపటలముపై ఏర్పడిన ప్రతిబింబములు న్ని విధముల ఒకే మాదిరిగ ఉండవు. దీనికి కారణము రెండు కండ్లమధ్య కొంతదూరము ఉండుటయే. అయితే, ఈ రెండు ప్రతిబింబములను మెదడు ఏకముచేసి ఒకే బింబముగ నపరచును. ఈ శక్తివలన వస్తువు వాస్తవికముగా ఘనస్థితి ోనున్నట్లు అగపడును. దీనినే స్టీరియోస్కోపిక్ దృశ్య ునియు లేదా బైనాక్యులర్ దృశ్యమనియు అందురు.

ఒకవస్తువుదికానిదో, లేదా దృశ్యముదికానిదో ఫోటోను కెమేరాతోతీయుదురు. మనుజుని రెండుకండ్లమధ్యదూరము ంతకలదో ంత దూరము మాత్రమే ఆ కెమేరాను పక్కకు జరిపి రిగి ఫోటో తీయుదురు. 'అఆ', 'అ₁ఆ₁' అను ఈ రెండు ఫోటో ను అట్టపై ఒకదానిప్రక్క నొకటి అతికిం తురు. పిమ్మట వీనిని రెండు చిన్నకోణము లుగల పట్టక ముల ద్వారా చూచెదరు. ఈ పట్టకము (ప₁, ప₂)ల అం చులు ఒకదాని కెదురుగ ఒకటి ఉండును. 'ఒ' నుండి బయలుదేరిన కిరణములు పట్టకము ద్వారా అతిక్రమణము చెందిన పిదప 'ఒ'కు ఎడమవైపున 'ఓ' అను మధ్యబిందువు నుండి వచ్చునట్లు కుడికంటికి అగపడును. అదే రీతిగ 'ఓ' నుండి వచ్చుకిరణములు పట్టకము ద్వారా అతిక్రమణము చెందిన పిదప దాని కుడివైపున 'ఒ' అను మధ్యబిందువునుండి వచ్చుచున్నట్లు ఎడమకంటికి అగపడును. పట్టకమునుండి రెండు ఫోటోల దూరమును మార్చుచు 'ఒ' 'ఓ'ల మిథ్యాబింబములు ఒకే స్థలమున ఏకీభవించునట్లు (ఒ₁) చేయనగును. 'అ ఆ' 'అ₁ఆ₁'ల రెండు మిథ్యాప్రతిబింబములు ఏకమై ఒకళే బొమ్మ ('ఇ ఈ')గా అగుపడును. కాన, ఫోటో తీయబడిన వస్తువును నేరుగా చూచినట్లు దాని ఘనరూపము గోచరించును.



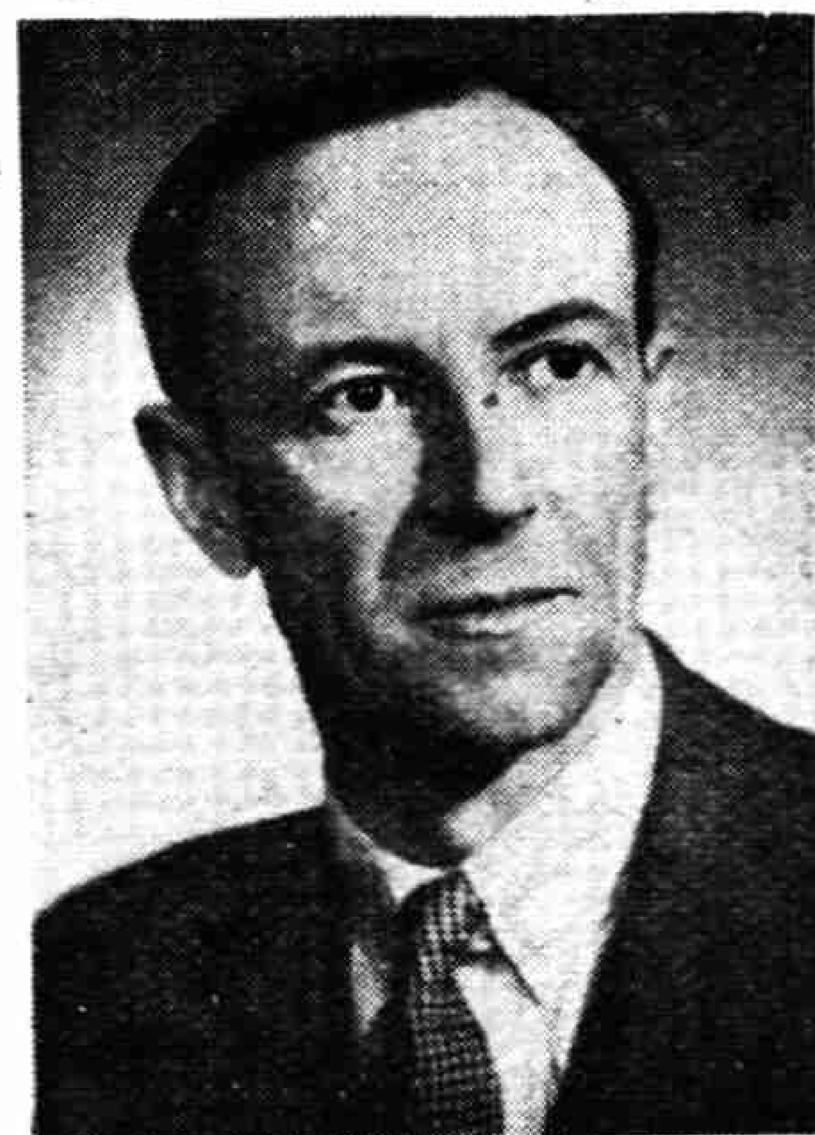
స్టీరియోస్కోప్ ఘనచిత్రదర్శకము
అ ఆ, అ₁ఆ₁ : అట్టమీద అతికించిన రెండు ఫోటోలు; ప₁, ప₂ : పట్టకములు; ఇ, ఈ : మిథ్యాబింబము (ఫోటోలయొక్క)

విమానములనుండి తీసిన ఫోటోగ్రాఫులను స్టీరియోస్కోప్‌తో చూచిన నేలపై మిట్టపల్లములు స్పష్టముగా గోచరించును. విమానము ఒకే వేగముతో ఒకే ఎత్తున ఎగురుచున్నప్పుడు కెమేరాను నిలువుగా భూమివైపునకు త్రిప్పి వడివడి ఫిల్ముపై ఫోటోలు తీయుదురు. అట్టి ఫోటోలలో వరుసగానున్న ఏ రెండింటినైన స్టీరియోస్కోప్‌తో చూచినపుడు, తుదకు చిన్నరాయి కూడ ఉబ్బెత్తుగా కనపడును.

సాధారణముగ ఇట్టిపెద్ద స్టీరియోస్కోప్‌ను పెట్టెలో నమర్చి వీధులలో పిల్లలకు వింతవింత బొమ్మలను ఘనరూపమున జూపుటకు ఉపయోగింతురు. 'కాశీపట్నం చూడరాబాబూ' అని పాడుచు చూపుబొమ్మలు ఇటువంటివే.

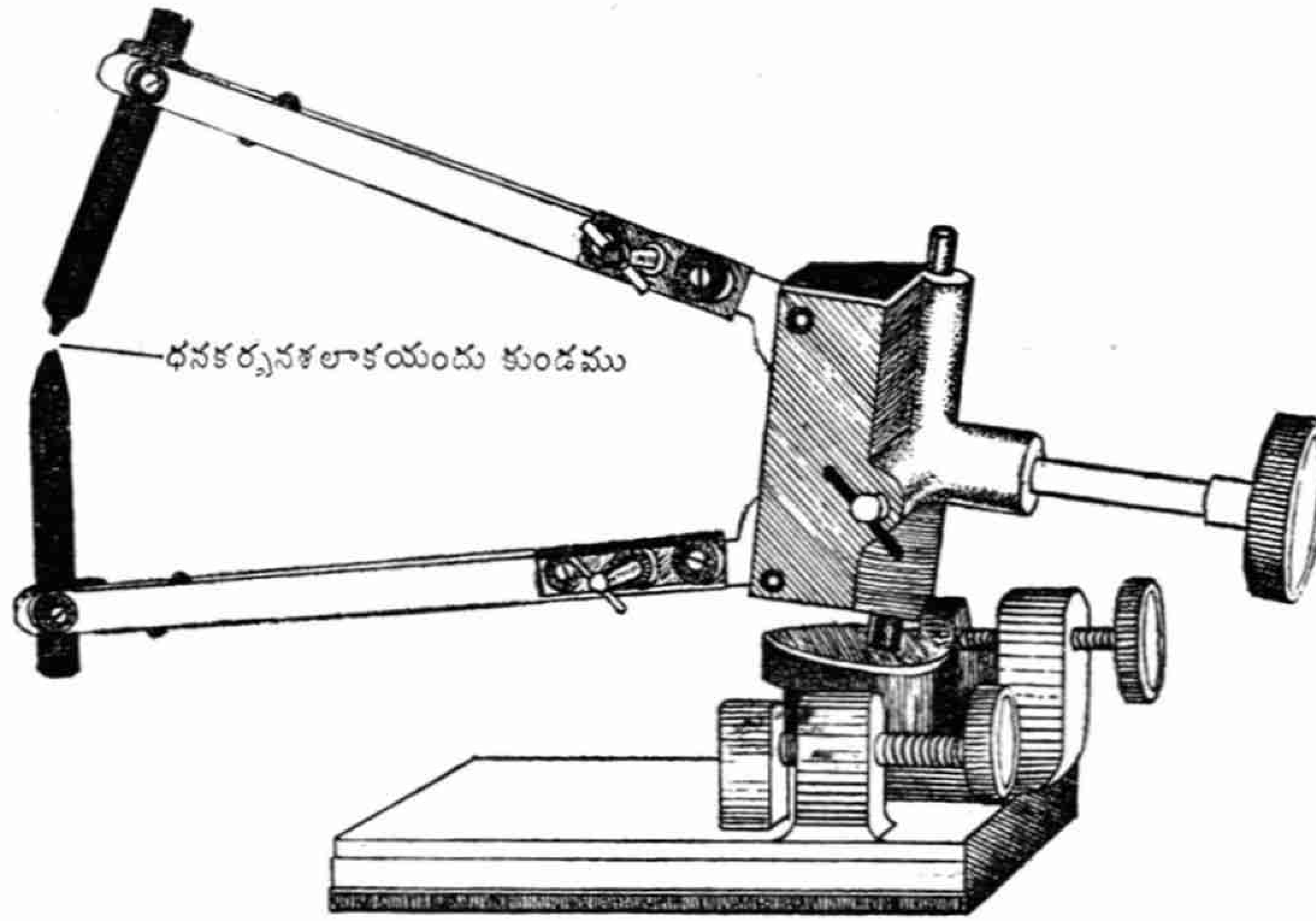
డి. స. నా.

**చాడ్విక్, సర్ జేమ్స్** (జననము 1891): భౌతికశాస్త్రవేత్త. మాంచెస్టర్, బెర్లిన్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి మాంచెస్టర్‌లోను, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీకి చెందిన కేవెండిష్ పరిశోధనాగారములోను రూతర్‌ఫర్డుకు సహాయపరిశోధకుడుగా ఆచరించి లివర్‌పూల్‌లో భౌతికశాస్త్రాచార్య పదవిని స్వీకరించెను. డిడ్కాట్ పరమాణుశక్తి సంస్థకు 1921లో యజమానిగా నియమింపబడెను. 1927లో రాయల్ సొసైటీ సభ్యపదవిని చేకొనెను. 1932లో ఆల్ఫాకణములతో బెరిలియమ్ పరమాణువును మోది 'న్యూట్రాన్' కణమును ఆవిష్కరించెను. న్యూట్రాన్ అనగా ఆవేశములేని తటస్థకణము అని అర్థము. ఆవేశములేని కారణముననే ఈ న్యూట్రాన్ కణము పరమాణు గర్భమును


సర్ జేమ్స్ చాడ్విక్

భేదించుటకు మిక్కిలి ఉపయుక్తమును సమర్థమును అగు సాధనముగా పరిణమించినది. ఈ న్యూట్రాన్ కణావిష్కరణ అటంబాంబు సృష్టికి బీజమైనది చాడ్విక్ 1935లో నోబెల్ బహుమానము పడసెను; అల్ఫాకణ విక్షేపమును గురించి పరిశోధనాకృషి ఈయన కావించెను. కె. ల.

**చాప దీపము :** (ఆర్క్‌లాంప్): ఏదేనివిద్యుత్ప్రభవ స్థానముతో సంధింపబడియున్న రెండు కార్బన్ శలాకలను, వాటికొనలు ఎర్రగా కాలునంతవరకు పరస్పరము తాకనిచ్చి తరువాత కొంచెమువిడదీసిన ఆరెండుశలాకాగ్రముల మధ్యవిద్యుచ్చాపము ఏర్పడును. కాలియున్న ఋణాగ్రము నుండి విడివడు ఎలక్ట్రాన్‌లు, ఆరెండు శలాకలమధ్య ఏర్పడిన విద్యుత్‌క్షేత్రములో పరిసరమునఉన్న గాలి అణువులను అయనీకరించునంత శక్తినిసంపాదించును. ఈ అయనీకరణములో విడివడిన ధన అయన్‌లు ఋణాగ్రముపైకి దూకి, దానిని మోదుటవలన, దాని తాపక్రమమును స్థిరముగా నుండునట్లు చేయును. అల్పప్రేషమందు జరుగు ఉత్సర్గములో ఋణధ్రువముపై ఏర్పడు కాంతిహీన ప్రదేశమును చాపోత్సర్గము యొక్క ఈభాగము పోలియుండును. వాయువునందు విడివడిన ఎలక్ట్రాన్‌లు ధనశలాకవైపు ఆకర్షింపబడును. ఇది నీచప్రేషోత్సర్గనాళమందు కన్పట్టు ధనప్రకాశముగల ప్రదేశముతో సదృశముగా నుండును. అయనీకరణము, విరుద్ధావిష్టఅయన్‌ల పునస్సంయోగము, వీటిఫలముగా కాంతిప్రసారము అవిరతముగా ఈ చాపమందు జరుగుచుండును. ఎలక్ట్రాన్‌లు చివరకు ధనాగ్రము ఘట్టించుటచే ధనశలాకనుండి కార్బన్‌ద్రవ్యము బాష్పముగా ఎగిరిపోయి, శలాకముఖమందు గొయ్యి ఒకటి ఏర్పడును. దీనికే 'ధనకుండము' అని పేరు. ఇట్టి కుండమందు తాపక్రమము 4000°C మొదలుకొని 6000°C వరకును ఉండవచ్చును. పరిశోధనాగారమందు మానవుడు సృజించగల తాపక్రమమునకు ఈ కార్బన్ చాపమందు కన్పట్టు తాపక్రమము పరసీమ. మే. ప. న.



చాపదీపము

**చూషణ :** చూ. ద్రావణములు-I.

**జడవాయువులు :** నూటముప్పది ఏండ్ల క్రిందట కేవెండిష్ విజ్ఞాని తన పరిశోధనలలో ఒకచిన్నవిషయమును వెల్లడిచేసెను. కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణముపై బంధించబడిన నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ మిశ్రములోనికి విద్యుత్‌స్ఫులింగములను పంపించినప్పుడు ఆ రెండు వాయువులయొక్క రాసాయనిక సంయోగఫలముగ నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్ ఉద్భవించి క్రిందనున్న క్షారద్రావణమునందు విలీనమగును పరికరములోనున్న వాయువంతయు ఇట్లు మాయమైన తరువాత విద్యుత్ స్ఫులింగముల ధాటికి రాసాయనిక పరిణామము చెందని ఒక చిన్న బుడగ మిగిలియుండునని కేవెండిష్ తన పరిశోధనా విషయములను లిఖించు పుస్తకములో వ్రాసిపెట్టెను. అంతియేకాక ఆమిగిలిన బుడగ పరికరములో మొదట నిమీడ్చిన వాయుమిశ్రముయొక్క అయతనమున 1/120 వ వంతు ఉండుననికూడ పరిమాణమును లెక్కించెను. కొన్నాళ్లతరువాత జర్మనీదేశపు రాసాయనికుడగు బున్‌సెన్‌కూడ ఈ అవేక్షణను అనువదించెనే గాని దాని సార్థకతను గుర్తించలేకపోయెను.

1894లో జాన్‌రాలి నైట్రోజన్‌సాంద్రతను నిశితముగా కనిపెట్టిన సందర్భములో గాలినుండి వేరుచేయబడిన నైట్రోజన్‌సాంద్రత రాసాయనికద్రవ్యములనుండి సాధించిన నైట్రోజన్ దానికన్న ఈషణ్మాత్ర మనగా ఒకవంద పాళ్ళలో ఒక అరపాలు ఎక్కువగానున్నట్లు గుర్తించెను. ఈ వ్యత్యాసము ప్రయోగనిర్వహణమందలి ప్రమాదముచే సంభవించినదనుటకు వీలులేనంత జాగ్రత్తగా జాన్‌రాలి తన ప్రయోగములను నిపుణముగా సాగించెను. అందుచే ఈ సాంద్రతావ్యత్యాసము తీరని సమస్యఅయ్యెను. దానిని పూర్తిగా పరిష్కరించిన ప్రఖ్యాతి విలియమ్‌రామ్జీ అను ఇంగ్లీషురాసాయనికునకు దక్కినది. వాతావరణములోని నైట్రోజన్‌కన్న బరువైనవాయువు ఒకటి మిశ్రితమై

ఉన్నదని ఆయన ఊహించెను. దీనిని నిర్ణయించుటకు ఉచితములగు రాసాయనిక సాధనములచే వాతావరణ వాయువును, కార్బన్ డైఆక్సైడ్, ఆర్ద్రిత లేకుండ శోధించి, అందుండు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్‌లను క్రమముగా రాగి, మగ్నీషియమ్ ధాతువులచే తీసివేసి, మిగిలిన వాయు శేషమును వేరుచేసి, దానిగుణములను మామూలుపద్ధతుల ప్రకారము ప్రయోగనిరూపణ చేయమొదలిడెను. ఈ యత్నములో, ఆవాయుశేషము తక్కిన పరిచితవాయువులవలె రాసాయనికముగ చురుకైనదికాదని కనుగొనెను. అందువలన అది ఒక నూతనవాయువై ఉండవలెనని అనుకొనెను. ఆ కాలమందు సుప్రసిద్ధ వర్ణమాలపరిశోధకుడగు సర్ విలియమ్‌క్రుక్స్ అను విజ్ఞానికి రాబ్జీ తను సేకరించిన వాయువులో కొంత భాగమును, వర్ణమాల పరిశీలనద్వారా దానిప్రత్యేకతను నిర్ణయించుటకై పంపెను. ఆయన దానిని పరిశీలించి ఇదివరకు శాస్త్రజ్ఞులకు పరిచితమైనవాయువులలో ఇది ఏదియు కాదనియు, ఇది ఒక నూతనవాయు వనియు రాబ్జీ వెలిపుచ్చిన అభిప్రాయమును ధ్రువపరిచెను.

రాసాయనికముగా జడముగానున్న ఈవాయుశేషమునకు రాబ్జీ ' స్తబ్ధ ' అను అర్థమిచ్చు ' ఆర్గాన్ ' పదముచే నామకరణమును చేసెను.

ఇది అటుండ 1869 లో సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము రోజున జాన్‌సెన్ అను డచ్‌ఖగోళవిజ్ఞాని సంపూర్ణగ్రస్త సూర్యబింబమును తన దూరదర్శనికి లక్ష్యముగానొనరించి దానియందు సంగ్రహించబడిన సూర్యకాంతిని వర్ణమాలమాపకము ద్వారా పరిశీలించెను. సూర్యబింబము సంపూర్ణగ్రస్తమైనను, బింబపు అంచులనుండి వేలకొలది మైళ్ళు అంతరాళములోనికి ప్రసరించిన సూర్యమకుటము (కొరోనా) మొదట దూరదర్శనిని, తరువాత వర్ణమాలమాపకమును ప్రవేశించినది. ఈసూర్యమకుటము వర్ణపటమునందు భూమిపై లభ్యమగు మూలద్రవ్యము లేవియును ఉద్భవింపచేయని పసుపురంగుగల రేఖను జనింపజేయుటను ఆయన కనిపెట్టెను. ఈ రేఖ సూర్యమండలాంతర్వర్తియగు నూతనవాయువుగానున్న మూలద్రవ్యమువలన కలిగిన దగుటచేత దానికిని, సూర్యునికిని గల సంబంధమును తెలుపుటకు, ' హీలియమ్ ', అని నార్మన్‌లాక్‌యర్ అను ఇంగ్లీషుఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు దానికి పేరు పెట్టెను.

ఈసంగతి శాస్త్రలోకమున ముప్పది సంవత్సరములు మరుగువడియుండి రాబ్జీ ఆర్గాన్‌ను కనుగొనిన రోజులలో మరల శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిని ఒక వింతసందర్భమున హఠాత్తుగా ఆకర్షించినది. అది ఏదన, అమెరికా జియలాజికల్ సర్వే శాఖకు చెందిన హిల్డిబ్రాండ్ అను విజ్ఞాని రేడియోధర్మి స్వభావముగల క్లీవైట్ ఖనిజపుచూర్ణమును గంధక ద్రావకముతో వేడిచేసినపుడు ఒకవాయువు ఉద్భవించుచున్నదనియు, అది బహుశః నైట్రోజన్ కావచ్చుననియు పత్రికలలో ప్రకటించెను. ఈ ప్రకటనను చూచిన రాబ్జీ వెంటనే లండన్‌నగరములో కొంత క్లీవైట్‌ను కొని, దాని చూర్ణమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించగా వచ్చిన వాయువును, తనకిదివరకే పరిచితమైన విధానముల ఉపయోగించి పరిశీలింప ప్రారంభించెను. అందు నైట్రోజన్ ఉన్నమాట నిజమేకాని, దానిని విడతీసిన తరువాత మిగిలిఉన్న వాయుశేషము ఆర్గాన్‌వలె జడమైనదిగా రుజువైనది. దీనినికూడ క్రుక్స్‌పండితునికి పంపినపుడు ఆయన వర్ణమాలమాపకప్రమాణమున, అది ఆర్గాన్ కాదనియు, 1868 లో జాన్‌సెన్ సూర్యమండలములో కనుగొన్న హీలియమ్‌వాయు వనియు వెల్లడిచేసెను. దీనివలన హీలియమ్‌వాయువు భూమిపైకూడ ఉన్నదను విషయము స్థాపితమైనది. రాబ్జీకు ముందు 1882 లో పామీరీ అను ఇటలీవిజ్ఞాని వెసూవియస్ అగ్నిపర్వతమునందుండి బయటికి ప్రవహించిన లావాయందు హీలియమ్ వాయువు ఉన్నట్లు వర్ణమాలమాపక పరిశీలనము వలన కనుగొనెను.

తరువాత వాతావరణవాయువులలో అత్యల్పముగా హీలియమ్ ఉన్నట్లు తెలిసినది. ఆర్గాన్, హీలియమ్ అను రెండు అపురూప వాయువులు గాలిలోఉన్నట్లు తెలిసిన పిమ్మట వాటి రాసాయనిక జడత్వగుణమునుబట్టి వాటికి యోజనీయత లేదను నిష్కర్షకు రాబ్జీవచ్చెను. ప్రయోగపూర్వకముగా అతడు వాటి పరమాణు భారముల నిర్ణయించి, ఆవర్తక్రమములో శూన్యగణమునందు చేర్చి వాటికి ప్రత్యేకస్థానమును కల్పించెను. హీలియమ్ పరమాణు భారము 4.003; ఆర్గాన్ పరమాణుభారము 39.944. అందుచే ఆవర్తక్రమమున హీలియమ్, హైడ్రోజన్ తరువాతను, ఆర్గాన్‌ను క్లోరిన్ తరువాతను అమర్చవలసి వచ్చినది. ఇట్లు అమర్చి చూడగా ఫ్లోరిన్ తరువాత ఆర్గాన్ పైని ఒక మూలద్రవ్యము లోటుగా కనుపించుచున్నదను విషయమును గుర్తించి రాబ్జీ వాతావరణ వాయువునందు ప్రచ్ఛన్నమై ఇంకను కొన్ని వాయువులు ఉండవచ్చునను ఆశతో తనశిష్యుడైన ' మారిస్ విలియమ్ ట్రావెర్జ్ 'తో అట్టి ప్రచ్ఛన్న వాయువుల కొరకు సామాన్య వాయురాశిలో వెదుక నారంభించెను. ఈ పరిశోధనల ఫలితముగా రాబ్జీ అనుకొనినటుల మరి మూడు వాయుభేదములు బయటపడినవి. వాటిపేర్లు నీయాన్,

క్రిప్టాన్, జెనాన్. వాటి పరమాణు భారములు వరుసగా 20.183; 83.80; 131.3: వీటి ఆవిష్కరణతో ఆవర్తక్రమ మందు రాష్జీ కల్పించిన శూన్యగణము ఒక్కటి లోటుగా పూర్తియైనది.

ఆ లోటును ఇంచుమించు ఆ కాలములోనే పూర్తిచేసిన జడవాయువు గాలిలోనిది కాదు. రేడియమ్ మొదలగు రేడియోధార్మికస్వభావముగల మూలద్రవ్యపరమాణువుల నుండి ఈ వాయువు పుట్టుచున్నదను విషయమును రాష్జీ, డార్న్ ప్రభృతులు వెల్లడిచేసిరి. ఈ వాయువునకు దాని ప్రభవస్థానమగు మూలద్రవ్యములనుబట్టి వేరువేరు పేర్లు కలిగినవి. రేడియమ్‌నుండి ఉత్పన్నమైనపుడు రేడాన్, థోరియమ్‌నుండి వచ్చినపుడు థోరాన్, ఆక్టినియమ్ నుండి పుట్టినదానికి ఆక్టినాన్ అనిపేర్లు. పేర్లు, ప్రభవస్థానములు వేరైనను, ఈ మూడు వాయువులును ఒకేమూలద్రవ్యము. ఈ మూడును నిజముగా సమస్థానీయములు (చూ. సమస్థానీయములు).

ఈ వాయువునకు సాధారణనామము రేడాన్. రేడియమ్ లవణద్రావణము గుండా గాలినిపంపిన ఈవాయువు ఉత్పన్నమగును. ఇది వాయువు లన్నిటిలో చాలబరువైనది. దీనిసాంద్రత 9.72; గాలికన్న ఏడున్నరరెట్లు బరువైనది.

పైని చెప్పినట్లు ఈ వాయుభేదముల రాసాయనిక జడత్వమువలన అవి ఏమూలద్రవ్యములతోను, సంయోగించవు. ఇంతియేగాక ఉష్ణతావాహకత, ద్రావ్యత, మొదలగు కొన్ని భౌతికగుణములందుకూడ చురుకుదనము లేదు. అందుచేత వీటికి జడవాయువులను పేరు సార్థకము.

హీలియమ్ తప్ప తక్కిన జడవాయువు లన్నియు గాలి నుండి వేరుచేయుటకు వీలగును. ద్రవీకృతమైన గాలిని అంశిక స్వేదనమునకు గురిచేసినచో ద్రవముగా మిగిలి ఉన్న ఆక్సిజన్‌లో ఈ వాయువులు అన్నియు ఇమిడి ఉండును. రాసాయనికముగా ఆక్సిజన్‌ను తామ్రముతోను, శేషించిన నైట్రోజన్‌ను కాల్సియమ్ కార్బైడ్‌తోను తీసి వేసి, మిగిలిన వాయుశేషమును ద్రవముగామార్చి, అంశిక స్వేదనము కావించినచో తక్కిన జడవాయువులను పొంద వచ్చును.

ఈ జడవాయువులలో మూడు, అనగా హీలియమ్, నీయాన్, ఆర్గాన్ మన జీవితములో ఉపయోగపడు చున్నవి. గాలియందు అల్పాత్యల్పముగ దొరికినను, అమెరికాలో కొన్నిచోట్ల పెట్రోల్‌కై భూమిలోపలికి గొట్టములు దింపినప్పుడు, అందుండి పైకి ఉబుకు వాయువులో 1% హీలియమ్ ఉండును. ఈ చోటునుండి లభ్యమగు హీలియమ్ వాయునౌకల సంచులను నింపుటకు జ్వలనశీలమగు హైడ్రోజన్ కన్న మిక్కిలి ఉపయోగ్యమైనది. వాయు విమానములు అపరిమితముగా వృద్ధిపొంది ఉన్న ఈ రోజులలో వాయునౌకలకై హీలియమ్ వాడుక బొత్తిగాలేదు. నీటిలో మునిగి పనిచేయు మనుజులకు ఆకస్మికముగా పైకి తీయుటచే కలుగు 'కెయ్‌సాన్' రోగ చికిత్సకు ప్రస్తుతము ఈ వాయువు వాడుకలో ఉన్నది.

నీయాన్ దీపములు: గాజు గొట్టమును నీయాన్‌తో నింపి దాని రెండు కొనలను అతికించిన విద్యుద్గ్రముల ద్వారా కరెంట్‌ను పంపినచో అగ్నిజ్వాలవలె తీక్ష్ణమగు కాంతితో ఆ వాయువు ప్రకాశించును. చిక్కటిపొగమంచునైనను దూసికొని పోగల సామర్థ్యము ఈ నీయాన్ వెలుగునకు కలదు. అందుచే ఇది వాయువిమానాశ్రయముల వద్ద, మార్గదర్శక దీపములకు, వ్యాపారప్రకటనలకు విరివిగా వాడుకలో ఉన్నది.

శస్త్రప్రయోగము అవసరములేని కేన్సర్ చికిత్స యందు రేడాన్ ఉపయోగపడు చున్నది.

ఆర్గాన్ కూడ ఎలక్ట్రిక్ దీపగోళముల నింపుటకు పనికి వచ్చును.

మే. వ. న.

**జలబాష్ప స్వేదనము:** చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

**జలశోషకము:** చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

**జలసమాంకము:** చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము.

**జింకు:** రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 30; సంకేతము Zn; పరమాణు భారము 65.38. జింకు రాసాయనికముగా కాడ్మియమ్, పాదరసము సారూప్య ధర్మములు కలిగి ఉండుటవల్ల వీటిని ఒక కూటమిగా చేర్చిరి. వీటిని ఆవర్తక్రమపట్టికలో II b కూటమి క్రింద వర్గీకరించిరి. జింకు వాడుక ప్రాచీన కాలము నుండియు ఆసియావాసులకు తెలుసును. దీనినే యశదము అనియు తుత్తుసాగము అనియు వ్యవహరించుట కద్దు.

వ్యాప్తి: ఆస్ట్రేలియాలో బెసాల్టు శిలలో జింకు విడిగా ఉన్నట్లు తెలిసినది. కాని జింకు సాధారణముగా యౌగిక రూపముననే దొరకును.

ఖనిజములు: స్మిత్సనైట్ - జింకు కార్బొనేట్ ($ZnCO_3$); జింకైట్: శోణజింకుఖనిజము ($ZnO$): జింకుబ్లెండ్: జింకుసల్ఫైడ్ ($ZnS$); ఫ్రాంక్లినైట్: [$(ZnFe)O, Fe_2O_3$]. గరళమందు జీవకణములతో చేరి జింకుధాతువు ఉన్నది. వ్యాపారదృష్టిలో జింకుబ్లెండ్,

స్మిత్సనైట్ ఖనిజములు ముఖ్యమైనవి. జింకుబ్లెండ్ బర్మాలో దొరకును.

ధాతుసాధన : జింకుబ్లెండ్ ఖనిజములో గెలీనా, ఇసుక, అపరిశుద్ధ ద్రవ్యములుగా ఉండును. వీనిని ఉత్ప్లవన (చూ. ముడిఖనిజములు - ధాతుసాధన) విధానము వలన వేరుచేయుదురు. శుద్ధమైన జింకుబ్లెండ్‌ను, స్మిత్సనైట్‌ను కాల్చినచో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువులు వెడలగొట్టబడి జింకుఆక్సైడ్ మిగులును. జింకుబ్లెండ్‌ను మితముగ గాలి తగులునట్లు తప్తముచేసిన ఆక్సైడ్ లభించును. వాయుప్రసారము ఎక్కువైనచో జింకుసల్ఫేట్ కూడ ఏర్పడును. ప్రత్యేక స్వేదన యంత్రము లందు జింకుఆక్సైడ్‌ను బొగ్గు చూర్ణముతో కలిపి గ్రహించి వేడిచేయుదురు.

కార్బన్ మోనాక్సైడ్ అంతయు మండిపోయిన తరువాత రిటార్ట్లనుండి ఉద్గతమగు జింకు ఆవిరిని ద్రవీకరింతురు. ఈ ద్రవమును మూసలలోనికి పారనిచ్చి ధాతువును దిమ్మలుగా తయారు చేయుదురు.

అధునాతన విద్యుత్ విధానమునందు ఆక్సైడ్ బొగ్గు పొడి మిశ్రమును విద్యుత్ కొలిమిలో వేడిచేసి ఆవిరిరూపమున లభించెడి ధాతువును ద్రవీకరింతురు. ఈ ద్రవము చల్లారి గట్టిపడును. పారిశ్రామికముగా తయారైన జింకులో ఐరన్ (ఇనుము), లెడ్ (సీసము), ఆర్సెనిక్ (పాషాణము), కార్బన్ (బొగ్గు), కాడ్మియమ్ అనునవి మాలిన్యములుగా ఉండును. దీనిని ఆంశిక స్వేదనము చేసిగాని, విద్యుత్‌విశ్లేషణ విధానమునగాని 99.9% వరకును శుద్ధిచేయుదురు.

గుణములు : జింకు కొంచెము నీలిరంగుగల తెల్లని స్ఫటికధాతువు. 419°C తాపక్రమమువద్ద కరగి 906°C తాపక్రమమువద్ద మరుగును. ఈధాతువునందు కాఠిన్య మార్దవములురెండును ఉన్నవి. ఇది 100°C - 150°C తాపక్రమములో మెత్తబడును. తిరిగి 205°C తాపక్రమము యందు గట్టిబడుటచే పొడిగా నూరుటకువీలగును. ఇది గాలిలో కొంచెము కగ్గును. స్వచ్ఛమైన జింకు నీటిని విశ్లేషించదు. కాని బజారునందున్న అపరిశుద్ధధాతువు మరుగునీటిని విశ్లేషించును. సజలహైడ్రోక్లోరిక్, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లయందు ఇది కరుగును. బజారుజింకు సజలసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నందుకూడ కరుగును. కాని స్వచ్ఛమైన జింకు సజలసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లోకూడ కరుగదు. కాని వేడిచేసినచో నిర్జలామ్లములలో కరుగును. క్షారధాతువుల క్షారములందుకూడ ఇది కరుగును. గాలిలో కాల్చినపుడు ఆక్సైడ్ లభించును.

ఉపయోగములు : బ్యాటరీలను, వాయుసంగ్రహణ పాత్రలను, తొట్టెలను తయారుచేయుటకు ఈ ధాతువు ఉపయోగించును. 20%-30% జింకుతో 70%-80% రాగిని కలిపి మిశ్రధాతువైనఇత్తడిని తయారుచేయవచ్చును. ఇత్తడి అత్యంతోపయోగకరమైన మిశ్రధాతువు 55% - 60% రాగి, 41%-38% జింకు, 4%-2% ఇనుము కలిసి డెల్టాధాతువు ఏర్పడును. 45% రాగి, 30% నికెల్, 25% జింకు కలిసిన జర్మనుసిల్వర్ తయారగును. జింకు ధాతువు ఆక్సీహరణమునకును, హైడ్రోజన్ తయారుచేయుటకును, ప్రయోగశాలయందు ఉపయోగపడుచున్నది. ఇనుము త్రుప్పుపట్టకుండ ఆ పెడి లేపనముగా పూయుటకు ఈధాతువు ముఖ్యము. దీనినే 'గాల్వనైజ్డ్ ఇనుము' అందుము.

యౌగికములు : జింకు ఆక్సిజన్‌తోకలసి జింకుఆక్సైడ్ లేదా వైట్‌జింకు (ZnO) ఇచ్చును. జింకు ధాతువును గాలిలో కాల్చినపుడు ఏర్పడు పొగలను ఘనీకరించినపుడు జింకుఆక్సైడ్ తెల్లటిపొడిగా లభించును. అది వేడిగానున్నపుడు పసుపురంగుగాను, చల్లారినపుడు తెల్లగాను ఉండును. ఇది నీళ్లలో కరుగదు గాని జలయుతామ్లము లందు కరుగును. తెల్లటిరంగు ద్రవ్యముగ పూతరంగుల పరిశ్రమలయందును, రబ్బరు పరిశ్రమయందు పూరకముగను, వైద్యమునందు చర్మవ్యాధి నివారణకును జింకు ఆక్సైడ్ బహువిధముల ఉపయోగపడుచున్నది.

జింకుక్లోరైడ్ ($ZnCl_2$) : నిరుదకజింకుక్లోరైడ్‌ను అనేక విధముల తయారుచేయవచ్చును. క్లోరిన్‌నుగాని, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌నుగాని జింకుధాతువుపై పంపి తయారు చేయుట ఒకటి; జింకు మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్‌ల మిశ్రమును స్వేదనముచేయుట మరొకటి. ధాతువును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో ద్రావణముచేసి లభించిన ద్రవమును స్ఫటికీకరించినచో జలయుతజింకు క్లోరైడ్‌స్ఫటికములు ($ZnCl_2$, $6H_2O$) ఏర్పడును.

నిరుదకజింకుక్లోరైడ్‌ను కణికలుగా పోతపోయుదురు. అది తేమనుశోషించగల దగుటచే కార్బన్‌యౌగికపదార్థ శోధనమందు విరివిగా శోషణద్రవ్యముగ ఉపయోగపడుచున్నది. జలయుత స్ఫటికములను కలప చెదపట్టకుండ చేయుటకును, శస్త్రచికిత్సయందు దాహకక్రియకును, టంకమువేయుటయందును, వస్త్రపరిశ్రమయందు పూరకముగను, ఎలక్ట్రిక్‌బల్బులకవసరమైన కార్బన్‌తంత్రీ నిర్మాణమునందును వాడుచున్నారు. దంతచికిత్సనందు పుచ్చి దొలకలైన పుప్పిపండ్లలో నింపుటకు దీనిని జింకు ఆక్సైడ్‌తో నీటిలోముద్ద జేసి వాడుదురు. ఈముద్ద అచిర కాలములో గట్టిపడును.

జింకుసల్ఫేట్ : దీనినే పాలతుత్తము అందురు. దీని అణుసాంకేతికము $ZnSO_4$, $7H_2O$. ఆక్సైడ్‌నుగాని, కార్బొనేట్‌నుగాని జలయుతసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నందు కరగించగా వచ్చిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరించిన పాలతుత్తము ఏర్పడును. ఇది వర్ణహీనస్ఫటికాకృతికలదై ద్రావణీయ స్వభావముచే నొప్పును. Z-B బిందువులు అను కంటిమందును, లిథోఫోన్ అను తెల్లనిరంగు పదార్థమును తయారుచేయుటకు అత్యంత ఉపయుక్తమైనది.

జింకుసల్ఫైడ్ : సహజముగ జింకుబ్లెండ్ అను ఖనిజ రూపమున ఇది లభించుచున్నది. దీని అణుసాంకేతికము ZnS. జింకు లవణములతో అమోనియమ్‌సల్ఫైడ్‌ను కలిపినపుడు జింకుసల్ఫైడ్ అవక్షేపముగా లభించును. ఇది తెల్లగానుండును. నీటిలో కరుగదు. కాని ఆమ్లములలో కరుగును. విశేషవిధానమును ఉపయోగించి తయారుచేయబడిన జింకుసల్ఫైడ్ X - కిరణములకు, రేడియోధార్మికతద్రవ్యములనుండి బహిర్గతమగు కిరణములకు ఎదురుపెట్టినపుడు భాసనమును చూపును. ఈగుణమును ఆల్ఫాకణములను గుర్తించుటకు రూథర్‌ఫర్డు వాడెను.

జింకుకార్బొనేట్ : దీని అణుసాంకేతికము $ZnCO_3$. జింకుకార్బొనేట్ స్మిత్సనైట్ ఖనిజరూపమున సహజముగా లభించుచున్నది. ఏదైన జింకు లవణద్రావణమునకు సోడియమ్ బైకార్బొనేట్‌ను కలిపినప్పుడు తటస్థస్వభావముకల కార్బొనేట్ అవక్షేపముగా లభించును; కార్బొనేట్‌ను కలిపినచో లవణాధారస్వభావయుత జింకు కార్బొనేట్ లభించును. ఇది తెల్లటిపొడి; నీటిలో కరుగదు; ఆమ్లములందు కరుగును. వేడిచేసినపుడు జరుగు రాసాయనిక వియోగమువలన జింకుఆక్సైడ్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌లు ఏర్పడును.

గాల్వనైజ్‌చేయుట : ఇనుపరేకులు, తీగలు త్రుప్పుపట్టకుండా వానిపై జింకుపూత పూయుదురు. వీటినే జింకురేకులను వ్యవహారనామముతో అనేకపనులకు ఉపయోగించుచున్నాము. ఇట్టిలేపనక్రియకు పారిశ్రామికముగ మూడుపద్ధతులు కలవు. ఇనుపరేకులను త్రుప్పులేకుండ శుభ్రపరచి కరగినజింకు ద్రవములో ముంతురు. ఈ విధానమును లేపనవిధానమందురు. ఇనుప వస్తువులను జింకుచూర్ణములో పొదిగి వేడిచేయుట మరియొకపద్ధతి. దానిని 'షెరార్డ్' విధానమందురు. విద్యున్మలామావిధానమున కూడా జింకుధాతువును ఇనుపవస్తువులపై పూయవచ్చును. దానిని విద్యుల్లేపనక్రియ అందురు. ఈ విధానములో పూతగా అమరుకొనెడి జింకుధాతు స్వభావము అతిముఖ్యమైన విషయము. అందేమైన మలిన ధాతుద్రవ్యములు ఉన్నప్పుడు దీనికి ఇనుము త్రుప్పుపట్టకుండ ఆపుశక్తి తగ్గును. (చూ. జింకువర్గము.) కె. ఎన్.

జింకువర్గము : ఈ వర్గమునందు జింకు, కాడ్మియమ్, మర్క్యూరీ (పాదరసము) కూడ కలవు. మొదటివర్గములో వలె ఈ వర్గమందుకూడ II b వర్గపుధాతువులు, II a వాటి కన్న, కొన్ని విలక్షణ ధర్మముల చూపును. II a వర్గపు ధాతువులు అయన్ యౌగికములను ఇచ్చును. II b వర్గపు ధాతువులు, అయన్ యౌగికములతో పాటు సమయోజనీయలేదా అధ్రువక యౌగికములను కూడ ఇచ్చును. ఈ ఉపవర్గములో చివరనున్న పాదరసము ఇచ్చు యౌగికములలో విద్యుత్ - యోజనీయతకన్న సమయోజనీయత ఎక్కువ ప్రచురముగా ఉన్నది. వీటికి II a వర్గపు క్షారమృత్తులతో ద్వియోజనీయతలోనే పోలికయున్నది. జింకు, కాడ్మియమ్, లవణములు, సరూపములగు మగ్నీషియమ్ లవణములతో సమస్ఫటికరూపతను చూపును. జింకు, కాడ్మియమ్, మర్క్యూరి ఈ మూడు మూలద్రవ్యముల ద్రవీభవన, క్వథనాంకములు గురుధాతువులవాటిలోకెల్ల చాల తక్కువ.

| ధర్మములు | జింకు Zn | కాడ్మియమ్ Cd | పాదరసము Hg |
|---|---|---|---|
| పరమాణ్వంకము | 30 | 48 | 80 |
| పరమాణుభారము | 65·38 | 112·41 | 200·61 |
| పరమాణ్వాయతనము | 9·2 | 13·0 | 14·75 |
| విశిష్టగురుత్వము | 7·1 | 8·64 | 13·6 |
| ద్రవాంకము °C | 419 | 321 | —39 |
| క్వథనాంకము °C | 920 | 778 | 356·9 |

జింకునుండి పాదరసమువరకు పరమాణుభారము ఎక్కువగుటతోపాటు వీటి రాసాయనికధర్మములుకూడ ఒకక్రమములో మారుచుండును. సాధారణతాపక్రమములో ద్రవస్థితిలోనుండుధాతువు పాదరసమొక్కటియే (గాలియమ్‌ధాతువుకూడ భారతదేశపు సామాన్యతాపక్రమములో ద్రవస్థితిలోనే ఉండును; ద్రవాంకము 29°C). క్షారధాతువులు, క్షారమృత్తుధాతువులకన్న ఇవి చాల తక్కువ ధనవిద్యుత్‌ధర్మములు కలవి. ఈ ధర్మము ఈ ఉపవర్గములో జింకునుండి పాదరసమునకు క్రమముగా తగ్గియున్నది. మర్క్యూరీ, కాడ్మియమ్‌లకన్న నీచతర ధాతువైనప్పటికిని జింకుధాతువు క్షారములందుకూడ కరగి ఆమ్లమువలె ఆచరించుట కొంతవింతయే. జింకుఆక్సైడ్ యొక్క ఉభయ అనగా క్షార, ఆమ్ల ధర్మముచేత ఈ వింతగుణము జింకునకు వచ్చినది. దీనికి ముందున్న ఉపవర్గమున ఒక్కబంగారమునకే, అదియును దానిత్రియోజనీయస్థితిలోనే, ఆమ్లముగా ఆచరించు స్వభావము కలదు.

కాస్టిక్‌పొటాష్‌తో పొటాసియమ్ ఆరైట్ ($KAuO_2$) ఏర్పడును. కాడ్మియమ్ మీదను, పాదరసముమీదను నీటికి ఎట్టి చర్యయులేదు. తప్తస్థితిలో నీటి ఆవిరిని విశ్లేషించు స్వభావము జింకునకు కలదు. కాడ్మియమ్, జింకు విలీనహైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లతో ప్రతికరించి హైడ్రోజన్‌ను విడుదలచేయును. పాదరసము ఈ ఆసిడ్‌లకు లొంగదు. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌వంటి ఆక్సీకరించు ఆసిడ్‌ల యందే అది కరుగును. ఈధాతువులలోఏదియు సామాన్య తాపక్రమములో మార్పును చెందదు. (చూ. కాడ్మియమ్; జింకు; పాదరసము). కె. ఎస్.

**జిర్కోనియమ్ :** ధాతు మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 40 ; సంకేతము Zr : పరమాణుభారము 91·22. భూపృష్ఠమున విరివిగ లభించు మూలద్రవ్యములలో జిర్కోనియమ్ ఒకటి. ఇది సాధారణముగా ఇతర మూల ద్రవ్యములతో కలసి జిర్కాన్ ($ZrSiO_4$). బడ్డలైట్ ($ZrO_2$) అను ముడిఖనిజములుగా లభించు చుండును. ద్రవాంకము 1850°C, క్వథనాంకము 3580°C. అత్యధిక ద్రవీభవన తాపక్రమము ఉండుటవల్ల జిర్కాన్ ఖనిజమును పింగాణీ, ఎనామిల్ పొయ్యిలలో ఉపయోగింతురు. జిర్కోనియమ్‌ను పరమాణుశక్తి ఉత్పాదక యంత్రములలో ఉపయోగింతురు. (చూ. టైటానియమ్ వర్గము.) * * *

**జీన్స్, సర్ జేమ్స్ హాప్‌వుడ్ (1877 - 1946) :** కేంబ్రిడ్జియూనివర్సిటీలోపట్టభద్రుడై 1925-27లో రాజకీయ ఖగోళశాస్త్ర సంఘాధ్యక్షుడుగా ఆచరించెను. 1934 లో బ్రిటిష్ అసోసియేషన్ అధ్యక్షపదవిని స్వీకరించెను. తరువాత రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్‌లో ఖగోళశాస్త్రాచార్యుడాయెను. వాయువులగతి శాస్త్రపరామర్శతో ప్రారంభించి, నక్షత్ర చలనము, నక్షత్రముల ఉత్పత్తి, సర్పిలజ్యోతిర్మేఘముల ప్రాదుర్భావము, మొదలగు విషయముల గురించి సిద్ధాంతములను స్థాపించెను. గ్రహముల ఉత్పత్తిని గురించి ఈయన నిరూపించిన సిద్ధాంతము నేడంత అమలులో లేదు. అన్ని నక్షత్రముల గతిశక్తులును సమానమని కూడ ఈయన నిరూపించెను. ఈ సూచనప్రకారము చిన్న నక్షత్రములు హెచ్చువేగముతోను, పెద్ద నక్షత్రములు తక్కువ వేగముతోను చలించును. కె. గె



సర్ జేమ్స్ జీన్స్

**జెనాన్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 54 ; సంకేతము Xe ; పరమాణుభారము 131·30. ఆవర్తక్రమ పట్టికలో 'O' కూటమికి చెందిన జడ వాయువు. జెనాన్‌ను 1898 లో ఇంగ్లీషు భౌతిక విజ్ఞానులు విలియమ్ రామ్జీ, ఎమ్. డబ్ల్యు. ట్రావర్జ్ ఆవిష్కరించిరి. రంగు, రుచి, వాసన ఉండదు. (చూ. జడ వాయువులు : పు. 340). * * *

**జెర్మేనియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 32 ; సంకేతము Ge ; పరమాణుభారము 72·60. పెళుసుగా ఉండి తగరము, సిలికన్ ధర్మములకు చేరువగా ఉండును. 1886 లో సి. ఏ. వింక్లర్ జెర్మేనియమ్ ఉనికిని కనుగొని నామకరణము చేసెను. అంతకు ముందు 1864 లో న్యూలాండ్స్ ఆవర్తక్రమపట్టికలో సిలికన్, తగరము మూలద్రవ్యముల మధ్య మరొక మూలద్రవ్యము కన్పించక పోవుటను గుర్తించిరి. 1871 లో మెండెలేయఫ్ ఆ తప్పిపోయిన మూలద్రవ్యము యొక్క ధర్మములను ప్రక్కమూలద్రవ్యములను అనుసరించి నిశితముగా ఊహించెను. అయితే 1942 వరకు జెర్మేనియమ్ ఉత్పత్తి వ్యాపార సరళిలో జరుగలేదు.

ఆర్గిరోడైట్ 4 $Ag_2S$ $GeS_2$, జెర్మెనైట్ అను అరుదుగా దొరికెడు ఖనిజములలో జెర్మేనియమ్ ఉండును. ఈశాన్య ఆఫ్రికాలో ట్స్యుమెబ్ అనుచోట దొరకును.

| ధర్మము | కార్బన్ C | సిలికన్ Si | జెర్మేనియమ్ Ge | తగరము Sn | సీసము Pb |
|---|---|---|---|---|---|
| పరమాణ్వంకము | 6 | 14 | 32 | 50 | 82 |
| పరమాణుభారము | 12·011 | 28·09 | 72·60 | 118·70 | 207·21 |
| విశిష్టగురుత్వము (20°C) | 3·51 (వజ్రము) 2·22 (గ్రాఫైట్) | 2·33 | 5·36 | 7·31 | 11·34 |
| ద్రవాంకము °C లో | 3570 దగ్గర | 1414 | 958·5 | 231·8 | 327·5 |
| క్వథనాంకము °C | 3470 (ఉత్పతించును) | 2355 | — | 2362 | 1765 |

**ధాతుసాధన :** జెర్మెనైట్‌ను నైట్రోజన్ ప్రవాహములో 800°C వేడిచేసినచో దానిలో ఉన్న గంధకము,

ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్లు వెడలిపోవును. తరువాత మిగిలిన దానిపై అమోనియా వాయువు 825°C వద్ద పంపించవలెను. జెర్మేనియమ్ సల్ఫైడ్ ఉత్పత్తితముగా లభ్యమగును. దీనిని నైట్రిక్ ఆసిడ్తో డైఆక్సైడ్గా మార్చి హైడ్రోజన్తో ఆక్సీకరించినచో ధాతువు లభ్యమగును.

గోధుమరంగు కలిగి సులువుగా విరిగెడు ధాతువు. జెర్మేనియమ్ ద్విచతుర్యోజనీయతల ప్రదర్శించును. $GeCl_2$, $GeCl_4$, $GeH_4$ ట్రాన్సిస్టార్లను తయారుచేయుటలో జెర్మేనియమ్ ధాతువు ఉపయోగపడుచున్నది (చూ. అర్ధ విద్యుద్వాహకములు; కార్బన్ వర్గము; ట్రాన్సిస్టార్లు). మే. వ. న.

**జేమాన్, పీటర్** (1865 - 1943): డచ్ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు. జీలండ్లోని జొన్నెమెయిర్లో 1865లో జన్మించెను. లేడెన్ యూనివర్సిటీ విద్యనంది అచటనే 1890 లో భౌతికశాస్త్ర సహాయకునిగ నియుక్తుడయ్యెను. కాంతిజనకము ఒక అయస్కాంత క్షేత్రమున నుండి వచ్చు కాంతిని మామూలు వర్ణమాలలేఖిని యంత్రము (స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్) తో విశ్లేషణమొనర్చగా సాధారణ విశ్లేషణరేఖలు అన్నియు ద్విగుణీకృతమగుట కానవచ్చెను. ఈ దృగ్విషయము ఈతనిపేరనే 'జేమాన్ ఫలితము' అని పిలువబడుచున్నది. కె. ఎస్. ల

సాధారణ దృశ్యము

అను దీర్ఘదృశ్యము

లంబదృశ్యము

జేమాన్ ఫలితము

**జోషీఫలితము:** ఉత్సర్గనాళములో ఉచితపరిస్థితులు చేకూరినపుడు విద్యుద్వాహకముగా పనిచేయుచున్న వాయుద్రవ్యముపై (చూ. కేథోడ్ కిరణములు - పు. 292) ఏ రకపు వెలుతురునైన పడనిచ్చినచో - ఆ ద్రవ్యపు విద్యుద్వాహకత వెంటనే తగ్గిపోవునను సంఘటనను శ్రీధర సర్వోత్తమజోషీ, కాశీ యూనివర్సిటీ రాసాయనికశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షుడు అవిష్కరించెను. దీనికి జోషీఫలితమని పేరు. మే. వెం. ర.

**జౌల్, జేమ్స్ ప్రెస్కట్** (1818 - 1889): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని. ప్రసిద్ధ విద్యాసంస్థలో విద్యనభ్యసించక స్వయంకృషివలననే శాస్త్రపరిశోధనలచేయుట కలవాటుపడిన జౌల్ ప్రతిపాదించిన భౌతికసిద్ధాంతములు అంతగా శాస్త్రలోకమునందు మెప్పును పొందలేదు. కాని, చాలకాలము తరువాత ఈయన ప్రతిభ బయటపడి రాయల్ సంఘసభ్యపదవీదానముచే ఈయన బహూకృతుడైనాడు. ఈయన పరిశోధనలలో ముఖ్యమైనది, భౌతికశాస్త్రమందు ప్రధానమైనది, తాపయాంత్రికతుల్యాంక (మెకానికల్ ఈక్వివలెంట్ ఆవ్ హీట్) నిర్ధారణ. యాంత్రికశక్తి కారణముగ వేడిజనించు సంఘటనలలో ఖర్చుపడిన యాంత్రిక శక్తికిని, జనించిన తాపమునకును మధ్యగల పరిమాణ సంబంధమునకు 'తాపయాంత్రికతుల్యాంక' మని పేరు. తాపమునకు, యాంత్రికశక్తికిని గల ఈ తాదాత్మ్య సంబంధము శక్తి నిత్యతాసిద్ధాంతమునకు ఆధారస్తంభము వంటిది. ఇదిగాక విద్యుత్ప్రవాహఫలముగా వాహకమందు జనించువేడి ప్రవాహతీక్ష్ణతావర్గమును వాహకపు నిరోధముచే గుణించగా వచ్చిన గుణనఫలముతో అనులోమముగా మారునని కనుగొనెను.

తాపసంఘటన క్షేత్రములో ఈయన కావించిన పరిశోధనలు, శక్తిశాస్త్ర వికాసమునకు దోహదమొనర్చినవి (చూ. శక్తిశాస్త్రము). కె. గె.

**జౌల్ నియమము:** జౌల్ పేరుతో రెండు నియమములు భౌతిక శాస్త్రమందు కానవచ్చుచున్నవి. అందొకటి: వాహకమందు ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహతీక్ష్ణతకును, దానివలన వాహకమందు జనించు వేడికినిగల సంబంధమును తెలియజేయును. రెండవది: వేడికిని, దానినిజనింపజేయు యాంత్రికశక్తికిని గల పరిమాణ సంబంధమును వ్యక్తపరుచును.

మొదటి నియమమును క్రింది సమీకరణముచే సూత్రీకరించవచ్చును:

$$Q = \frac{I^2 Rt}{4\cdot18}$$

(4·18 అనుసంఖ్య జౌల్లను కేలోరీలలో మార్చుటకు ఉద్దేశించబడిన విభాజకము) ఇచ్చట Q = కేలోరీలలో ఉష్ణరాశి; I = ఆంపియర్లలో విద్యుత్ప్రవాహతీక్ష్ణత; R = ఓమ్లలో విద్యుద్వాహకపు నిరోధము; t = సెకనులలో విద్యుత్ప్రవహించుకాలము. ఏ. మా. శ.

**జ్వలనము:** చూ. సమిధ - పు. 78.

**జ్వలనోష్ణత:** చూ. తాపరాసాయనిక శాస్త్రము.

**టంగ్స్టన్:** రాసాయనికధాతు మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 74; సంకేతము W; పరమాణు భారము 183.92; తళుక్ తళుక్ మని మెరిసే ధాతువు. ధాతువులలో అన్నిటికంటె అత్యధిక ద్రవాంకము కలది (3410°C),

అత్యంత దృఢమైనది. విశిష్ట గురుత్వముకూడ ఎక్కువయే (19 3). నేటి నాగరికమానవుని జీవనసౌకర్యమునకు భోగము కూర్చుటలో స్వల్పరాశులలో తయారగు ధాతువులలో టంగ్‌స్టన్ ధాతువునకున్న పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యము మరొకధాతువుకులేదు. దీని ఉపయోగము యొక్క విస్తృతి సీసము, జింకుధాతువుల ఉపయోగ పరిమితిని పోలియుండును. ఇనుము, రాగి ఉపయోగమునకు ఇది ఏ మాత్రము తగ్గియుండదు.

ఖనిజములు : టంగ్‌స్టన్ యొక్క ముఖ్యమైన ఖనిజము వుల్ఫ్రమైట్. దీనియందు టంగ్‌స్టన్‌తోపాటు ఇనుము, మాంగనీస్ కూడ నుండును. తరువాత ముఖ్యమైన ఖనిజము షీలైట్. ఇది కాల్సియమ్ టంగ్‌స్టేట్ ($CaWO_4$). ప్రపంచమునకు కావలసిన టంగ్‌స్టన్ రాశిలో సగము చీనాదేశము ఉత్పత్తి చేయుచున్నది. తరువాతబర్మాలో ఈ ధాతువు ఎక్కువగా లభించుచున్నది.

ధాతుసాధన : పరిశుద్ధ స్థితిలో ధాతువును తయారు చేయుటకుముందు ఖనిజమునుండి శుద్ధమైన టంగ్‌స్టన్ ఆక్సైడ్ తయారు చేయవలెను. వుల్ఫ్రమైట్‌వంటి ఖనిజమును సోడియమ్ కార్బొనేట్‌తో కలిపి వేడిచేకరగించి, చల్లారిన తరువాత వేడినీటితో ఆ రాశిని ద్రావణముగా చేతురు. ఈ ద్రావణమునకు కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కలుపుటవలన కాల్సియమ్ టంగ్‌స్టేట్ అవక్షిప్తమగును. దీనికి హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్చినచో టంగ్‌స్టిక్ ఆసిడ్ అవక్షేపముగా ఏర్పడును. ఈ అవక్షేపమును వడపోసి కడిగి శుద్ధపరిచి కాల్చినచో టంగ్‌స్టిక్ ఆక్సైడ్ లభించును.

శుద్ధమైన ఈ ఆక్సైడ్ హైడ్రోజన్‌తో ఆక్సీహరించబడును. ఆక్సైడ్‌ను నికెల్ దోనెలలో ఉంచి, వీటిని నాళాకారమునన్న కొలిమిలో ఉంచి 1200°Cకు వేడిచేసి హైడ్రోజన్ ప్రవాహమును పంపుదురు. టంగ్‌స్టన్ యొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమము (3410°C) చాల ఎక్కువ అగుటచే ఈ ప్రక్రియలో లభ్యమగుధాతువు బూడిదరంగుగల చూర్ణరూపమున ఉండును. తొలిని, ఈ చూర్ణమును పరికరముల చేతకు పనికివచ్చునట్లు చేయలేకపోయిరి. నేడు చూర్ణ విధానధాతు సాధన (పౌడర్ మెటలర్జీ) ను ఉపయోగించి, టంగ్‌స్టన్ చేతకు పనికివచ్చు ధాతువుగా మార్చగలుగుచున్నారు. ఈ చూర్ణమును అధికప్రేషములో ఇటుకలు అగునట్లు నొక్కి ఉచితతాపక్రమములో వేడిచేయుట వలన ఈ ఇటుకలలోని ధాతు రేణువులు పైపైన కరుగునట్లు చేయుదురు. ఈ స్థితిలో ఈ ఇటుకలు సన్నపాటి గజముల క్రింద లాగుటకు వీలుగా నుండును. ఇట్లే అనేకసారులు ఈ గజములను ఒత్తిడిలో నొక్కుచు, మరలమరల కమ్మెచ్చులలో లాగుటవలన కొనకు సన్నటి తీగరూపమున గాని, లేదా పలకల క్రిందగాని తయారుచేయుటకు వీలగుచున్నది.

కాని ధాతువు యొక్క ముఖ్యోపయోగము విశిష్టములగు ఉక్కురకములను తయారు చేయుటయందు ; కనుక దీనిని ప్రత్యక్షముగా ఫెర్రోటంగ్‌స్టన్ ధాతు మిశ్రముగా తయారుచేయుదురు. వుల్ఫ్రమైట్ ఖనిజమునకు ఇనుపముక్కలు కలిపి విద్యుత్‌కొలిమిలో బొగ్గుతో ఆక్సీహరింతురు. ఖనిజములోనున్న ఇనుము, టంగ్‌స్టన్ కలిసి ఫెర్రోటంగ్‌స్టన్ ధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ ధాతు మిశ్రమున 70% - 80% పాళ్లు టంగ్‌స్టన్, 0·75 పాలు కార్బన్ ఉండును. టంగ్‌స్టన్ ఉక్కు తయారుచేయుటకు ఆవశ్యకమగుధాతుమిశ్ర మిది.

ఉపయోగములు : ఎలక్ట్రిక్ బల్బులలో తీగరూపమున వెలుతురును ప్రసరించుచు మానవజీవితమునకు సౌకర్యమును గూర్చుట ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్యోపయోగము. అత్యుచ్చద్రవీభవనతాపక్రమము, అతినీచబాష్పప్రేషము, 0·0005 అంగుళము వ్యాసముగల సన్ననితీగలుగా లాగినప్పుడుకూడ దీనికున్న దార్ఢ్యము మొదలగు గుణగణములు విద్యుత్‌దీప నిర్మాణమందు దీని ప్రాధాన్యమునకు కారణము. కార్బన్ ఉక్కుతో చేయబడిన పనిముట్లకు బదులుగా టంగ్‌స్టన్ ఉక్కు పనిముట్లను వాడుటవలన, కార్బన్ తీగకు బదులు విద్యుత్‌దీపములలో టంగ్‌స్టన్ తీగను వాడుట వలనను, అమెరికా ప్రజలు సాలుకు 300 కోట్ల డాలర్లు నిలువచేయగలుగు చున్నారని అంచనా వేయబడినది.

లేత్ మీద మిక్కిలి భ్రమణవేగములో (హైస్పీడ్‌టూల్స్) పనిచేయుటకు వలయు పనిముట్లను తయారుచేయుటకు వలయు ధాతు నిర్మాణములో ఈ ధాతువుయొక్క రెండవ ఉపయోగము. లేత్‌మీద పనిముట్టు సంఘర్షణ ఫలితముగా ఎర్రగా కాలిఉన్నదశలో కూడ దాని అంచు మొర పోదు ; దాని గట్టితనము తగ్గి మెత్తబడదు. అందువలన సర్వేసర్వత్ర టంగ్‌స్టన్ ఉక్కులనే పనిముట్లకు వాడుచున్నారు.

టంగ్‌స్టన్‌తీగ విద్యుత్‌దీపములలోనేగాక రేడియో వాల్వులలోను, X - కిరణనాళములలోను మిక్కిలి వాడుకలో నున్నది. విద్యుదగ్రములకు వలయు ధాతు మిశ్రములను తయారుచేయుటకు ఇన్టర్నల్ కమ్బస్చన్ ఇంజన్‌లలో ఇంధనవాయు మిశ్రమును జ్వలింపజేయు పరికరములకు కూడ టంగ్‌స్టన్ ఉపయోగపడుచున్నది.

చూర్ణధాతు సాధన : ధాతు చూర్ణములను వేడిచేసి హెచ్చు ఒత్తిడిలో అదిమి కావలసినవస్తువులుగా తయారు చేయు విధానమునకు చూర్ణసాధనయని పేరు. అత్యధిక ద్రవీభవన తాపక్రమముగల టంగ్‌స్టన్, మొలిబ్డినమ్, టాంటాలమ్ మొదలగు ధాతువులనుండి తీగలను తయారు చేయుటకు, కావలసిన ఆకారముగల పోతవస్తువులవంటి వస్తువులను తయారు చేయుటకు ఈ విధానము చాల ఉపయోగ్యముగా ఉన్నది.

ఈ విధాన మింకను ప్రారంభదశలో ఉన్నప్పటికిని, ప్రపంచమంతట ధాతుకారుల ఆమోదమును పడసినది. ఈ విధానమువలన తయారగు వస్తువులరాశి రోజురోజునకు ఎక్కువగుచున్నది. ఢిల్లీలో 1000 ఏండ్లక్రిందట ఎత్తబడిన 6½ టన్నుల ఇనుప స్తంభము ఈ విధానముననే నిర్మించబడి యుండవచ్చునని నేటి శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించుచున్నారు.* ఈ స్తంభము నిజముగా ప్రాచీన భారత ధాతుకారుల అత్యద్భుత విజయము. 1000 ఏండ్లనుండి వాతావరణ పరిస్థితులకు లోనగుచున్నను, నేటికిని చెక్కుచెదరని అవస్థలో ఉన్నది ఈ స్తంభము. స్పంజివలె మెత్తటి ఇనుమునుండి ఈ స్తంభము నిర్మించబడినట్లు ఊహించబడినది. డాక్టర్ 'హాడ్‌ఫీల్డ్' పరిశోధనల ననుసరించి 0.278% కన్న తక్కువ మాలిన్యములు ఈ స్తంభనిర్మాణమునకు ఉపయుక్తమైన ఇనుములో నున్నవని తెలిసినది. స్లాగ్ ద్రవ్యములుగాని, ఇతరమాలిన్యములుగాని, ఏ మాత్రము లేని శుద్ధమైన చేత ఇనుముతో ఈ స్తంభము నిర్మించబడినది.

చూర్ణధాతు ప్రక్రియలోని క్రమము : మొదట ధాతు చూర్ణమును తయారుచేయుట, తరువాత ఈ చూర్ణమును కావలసిన ఆకారములుగల అచ్చులలోనుంచి వేడిచేసి, గట్టిగా అదిమి కొంచెముగా ద్రవీభవించునట్లు చేయుట. విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానములు, రాసాయనిక ఆక్సీహరణ విధానములు, యంత్రములచే ధాతువును చూర్ణముగా మార్చుట, లేదా ద్రవీభవించిన ధాతువును తుషారముగా విస్తరింపచేయుట మొదలగు ఉపాయముల వలన ధాతు చూర్ణమును తయారు చేయుదురు.

తరువాత ఈ చూర్ణమును, లేదా రెండుమూడు రకముల ధాతువుల చూర్ణమును యంత్రములలో బాగుగా కలుపుదురు. తరువాత అచ్చులలో చూర్ణమును ఉంచి సాధారణ తాపక్రమములోగాని, లేదా కొంచెము ఎక్కువైన తాపక్రమములోగాని చదరపు అంగుళమునకు 5 మొదలు 100 టన్నుల ప్రేషములో నొక్కుదురు. ఈ నొక్కబడిన అచ్చును పైకితీసి, కొలిములలో తక్కువ వాతావరణ ప్రేషములలో వేడిచేయుదురు. చాల వాడుకలకు ఇట్లు లభ్యమైన అచ్చులు ఉపయోగ్యమైన పరిమాణములు కలవిగా నుండును. లేత్ పనిముట్లను, యంత్రభాగములను తరువాత యంత్రములో సాపుచేయ ఆవశ్యకత లేకుండగ తయారుచేయ వచ్చును. మామూలుగా పనిముట్లుచేయు వేగముకన్న 200 రెట్లు అధికవేగముతో చూర్ణవిధానమున వస్తువులను తయారు చేయవచ్చును (చూ. క్రోమియమ్ వర్గము ; పు. 308). బి. గో. కృ

* బెల్‌సిస్టమ్ - టెక్నికల్ జర్నల్ ; అక్టోబర్ 1944 - పుట 423 (U. S. A.)

**టాంటాలమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 73 ; సంకేతము Ta ; పరమాణుభారము 180.95. విశిష్టగురుత్వము 16.6. రేడియో, ఎలక్ట్రానిక్ పరికరములందు ఉపయోగపడు కేపసిటర్‌లు తయారీలో టాంటాలమ్ ధాతువును వినియోగింతురు. టాంటాలమ్ ద్రవాంకము 2966°C ; క్వథనాంకము 4100°C. టాంటాలైట్ $Fe(TaO_3)_2$, సామర్‌స్కైట్ అను ముడిఖనిజములలో నియోబియమ్ కలిసియుండును. (చూ. వెనేడియమ్‌వర్గము.) మే. వ. న.

**టాడ్, సర్ అలిగ్జాండర్ రాబర్టస్** (జననము 1907): బ్రిటిష్ రాసాయనికుడు. గ్లాస్గోలో జననము. గ్లాస్గోలో చదువుకొని పరిశోధకుడుగా గ్లాస్గోలోను, ఫ్రాంక్‌ఫర్ట్‌లోను, ఆక్స్‌ఫర్డ్‌లోను, ఎడింబరోలోను, పనిచేసి, లండన్‌లో లిస్టర్ పరిశోధకసంస్థలోచేరి, లండన్ యూనివర్సిటీలో జీవ రాసాయనిక శాస్త్రమందు రీడర్‌గా నియమితుడయ్యెను. 1944లో మాంచెస్టర్ యూనివర్సిటీ కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రాచార్య పీఠమును అలంకరించెను. జీవరాసాయనిక, రాసాయనిక క్షేత్రములందు బహుళ పరిశోధనల గావించి ముఖ్యముగా చికిత్సాశాస్త్రములందు ముఖ్యమైన రాసాయనిక ద్రవ్యముల స్వభావమును బయలు పెట్టెను. విటమిన్ B ని సంయోజన పద్ధతిని కృత్రిమముగ సాధించినవాడీతడే.

ఈతని మరియొక నిర్వాహము జీవకణమందు పితలనుండి పిల్లలకు గుణముల సంక్రమణకు వాహకములగు న్యూక్లియోసైడ్‌లు న్యూక్లియోటైడ్‌ల వర్ణనము విటమిన్ $B_{12}$ సంపూర్ణరచనను గురించిన సర్వతోముఖానుశీలన ఈతని అత్యద్భుత విజయము. దీనికై ఈతనికి 1957 లో నోబెల్ బహుమతి (రాసాయనికశాస్త్రము) లభించినది. మే. వ. న.

**టానిక్ ఆసిడ్ :** చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 175.

**టానిన్‌లు :** చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు ; పు. 175.

**టారిసెల్లీ, ఇవేన్జెలిస్టా (1608 - 1647):** ఇటలీ భౌతిక విజ్ఞాని. రోమునగరమున విద్య పూర్తిఅయిన తరువాత గణితాచార్యుడుగా ఫ్లారెన్స్‌నగరమందు గెలీలియో స్థానమున నియమితుడైనాడు. భారమితి నాళపుమీద భాగమున కనబడు భాశీస్థలపు స్వభావమును కనుగొనుటచే ఈయన నాటి భౌతికశాస్త్రజ్ఞులలో లోక విఖ్యాతినిగాంచెను. సూక్ష్మదర్శని నొకదానిని కూడ నిర్మించెను. అ. వెం. సూ. రా,

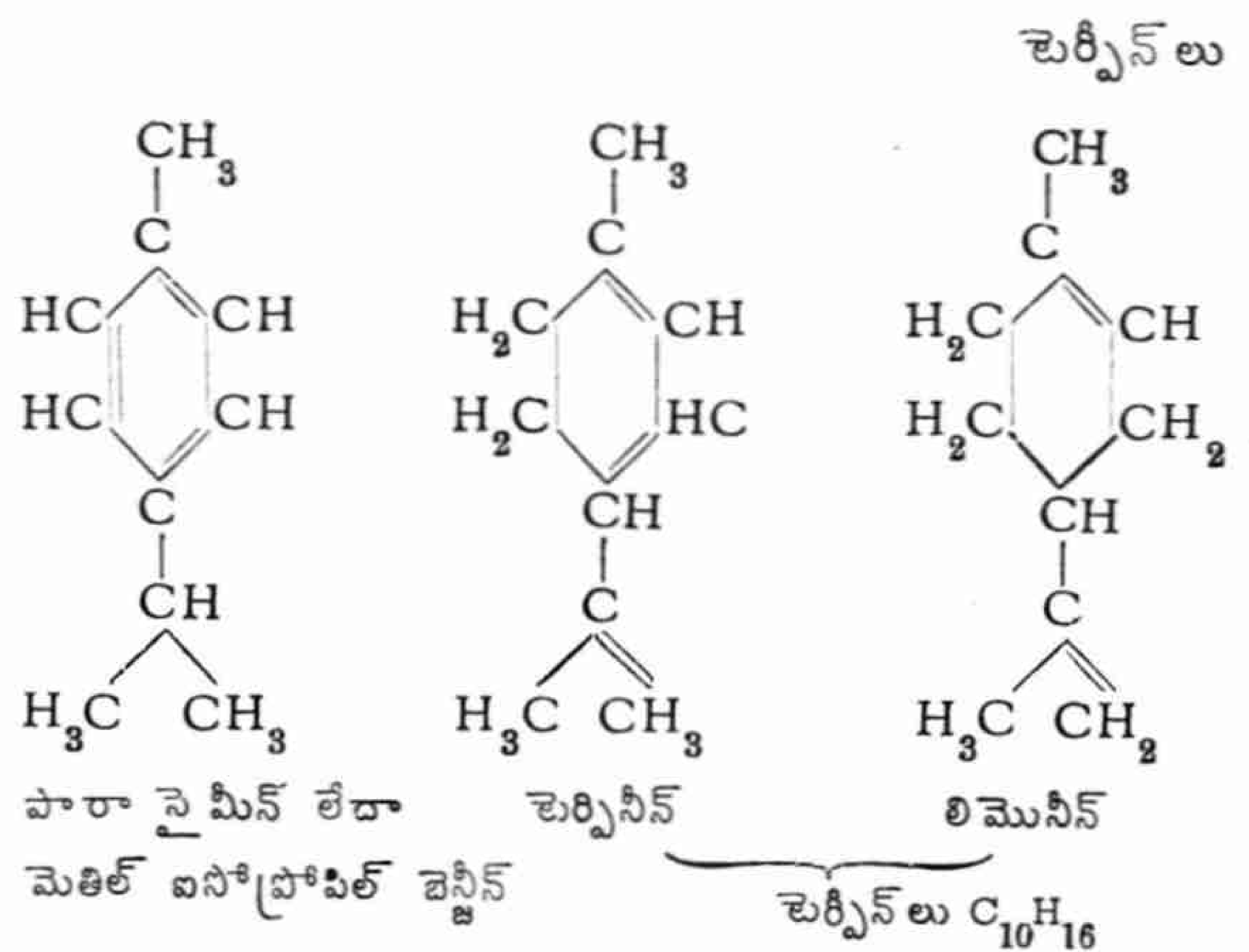
**టి. ఎన్. టి. :** చూ. ఆరోమాటిక్ నైట్రో యౌగికములు - పు. 180.

**టిండల్ - జాన్ (1820 - 1893):** ఐర్లాండు భౌతిక విజ్ఞాని. ప్రధానముగా స్వయంకృషివలననే శాస్త్రాభ్యాసము కొంతచేసి బున్‌సెన్ అను జర్మనురాసాయనికుని వద్ద శాస్త్రశిక్షను పొందుటకు జర్మనీదేశమునకు వెళ్ళెను. 1854 లో రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్‌లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1852 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. 1867 లో రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్ నిరీక్షకుడుగా ఫారడే తరువాత నియమితుడైనాడు. అన్ని భౌతికశాస్త్ర శాఖలలోను, పాండిత్యముకలవాడు. వేడిచేసినప్పుడు ధాతువులలో ప్రవహించు తాపక్రమతరంగముల స్వభావమును పరిశీలించి, వాటి పారగమనవేగమునకును ధాతువుయొక్క తాపవాహకతకును సంబంధమేదియు లేదని నిరూపించెను. అతిసూక్ష్మమగు కణములు విస్తృతమైయున్న నీటి ద్వారా కాంతిశలాక ఒకటి పయనించునపుడు నీటిలో దానిబాట నీలిజాడవలె కన్పట్టునను విశేషమును శాస్త్రలోకమునకు వెల్లడిచేసెను. ఈ సంఘటనను ఆధారముచేసికొని, ఆకాశపు నీలిమ అందుండు నీటికణములు, సూర్యకాంతిని చెదరగొట్టుటచే కలుగుచున్నదని వివరించెను.

ఈయన ఉపన్యాసవైదగ్ధ్యమపారము. ఈయన వ్రాసిన భౌతికశాస్త్రగ్రంథములు విషయవైశద్యప్రదర్శనమునకు దృష్టాంతములు. పి. భీ. రా.

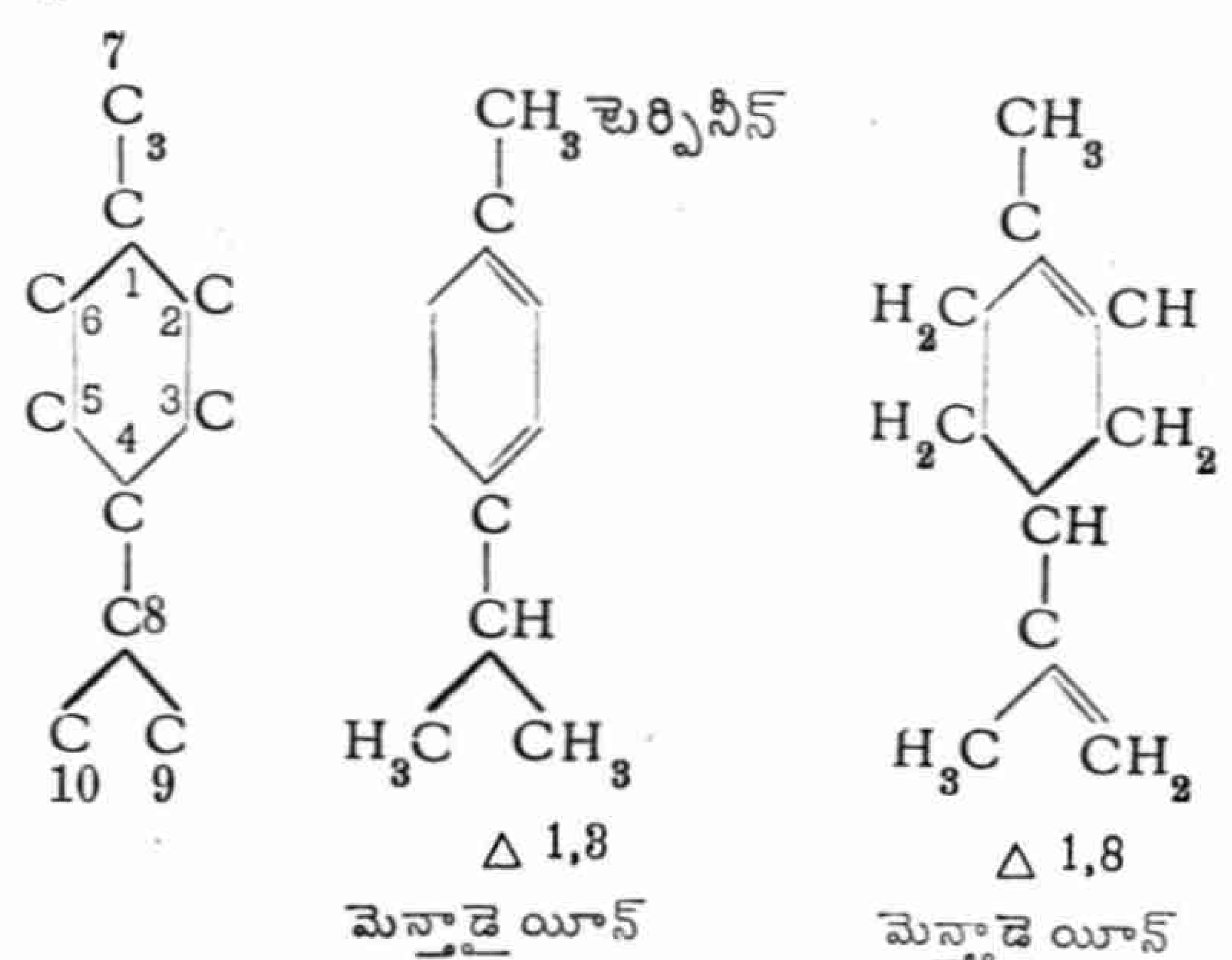
**టెక్నీషియమ్ :** చూ. మాసూరియమ్.

**టెర్పీన్‌లు :** సామాన్యదృష్టిలో టెర్పీన్ పదము $C_{10}H_{16}$ అను అణురచనగల హైడ్రోకార్బన్ యౌగికములకు అన్వయించును. ఈ యౌగికములు అన్నియు పారాసైమీన్ అను హైడ్రోకార్బన్ నుండి వ్యుత్పన్నములైనట్లు పరిగణింపవచ్చును :




పై అణు సాంకేతికముల పరీక్షవలన టెర్పీన్‌లు సైమీన్‌లు అని లేదా పారా సైమీన్ అణువునకు రెండు హైడ్రోజన్ అణువులు చేర్చగావచ్చిన యౌగికములని ఊహింపవచ్చును.

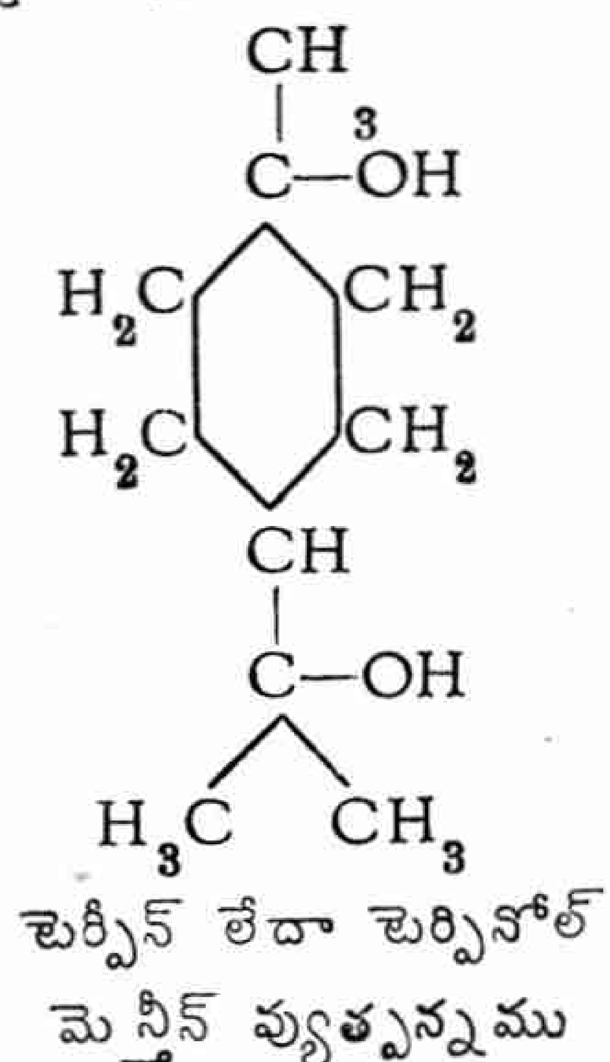
ఈ యౌగికములకు మెన్తాడై యీన్‌లు అని పేరు. వీటిలో ప్రతి యౌగికమునందును రెండు ద్విబంధనములు ఉండుటచే వీటికి డైయీన్‌లు అని పేరు వచ్చినది. $C_{10}H_{16}$ అనునది వీటి సామాన్య సాంకేతికము. ఈ సాంకేతికము కలవి పదునాల్గు సమాంగరూపములు ఉన్నవి. పారా సైమీన్ రచనా విధానమును ఊతగా చేసికొని ఆసమాంగ రూపముల రచనను సూచించవచ్చును. సైమీన్ వలయములోనున్న కార్బన్ పరమాణువులకు ఒక వరుస సంఖ్యనిచ్చి ద్విబంధనములు ఆవలయములో ఏ కార్బన్ పరమాణువులకు చెందినవో వాటిని △ అను గుర్తువలన సూచించుటచే ఈ యౌగికముల రచనను వ్యక్తపరచవచ్చును :



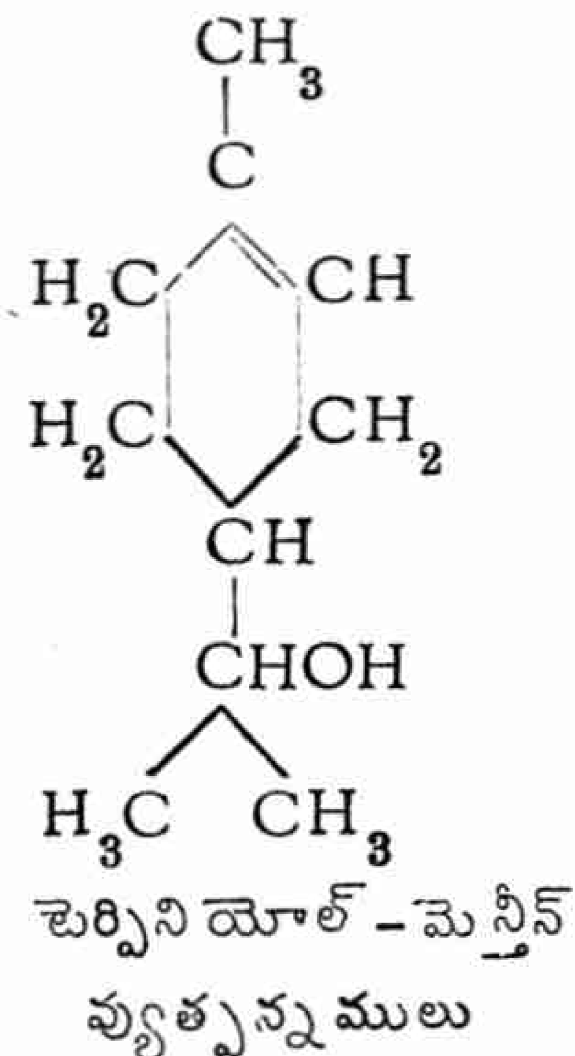

వాస్తవికముగ వృక్షములనుండి లభ్యములగు వాసనగల తైలములలో కొన్ని టెర్పీన్‌ల జాతికి చెందినవియే. పరిమళతైలములనగా నీటిఆవిరిచేత బాష్పీకరించి సాధించుటకు వీలైనఆయాచెట్ల సువాసన ద్రవ్యములు. ఉదాహరణ

మునకు యూకలిప్టసు తైలము, కర్పూర (టర్పెంటీన్) తైలము, యాలకతైలము, కాజపుట్ తైలము ఈజాతివే.

పైని పేర్కొనిన మెన్థాడైయీన్ వర్గమునకు చెందిన హైడ్రోకార్బన్ యౌగికములు కాక పరిమళతైలములందు మెన్థాడైయీన్‌ల హైడ్రాక్సీవ్యుత్పన్నములు, కీటోన్ వ్యుత్పన్నములు మెన్థీన్‌ల వ్యుత్పన్నములు [అనగా ($C_{10}H_{18}$) అణు సాంకేతికముగల హైడ్రోకార్బన్‌లు], మెన్థీన్ అనగా హెక్సాహైడ్రోపారాసైమీన్ ($C_{10}H_{20}$) వ్యుత్పన్నములు కూడ కలవు.

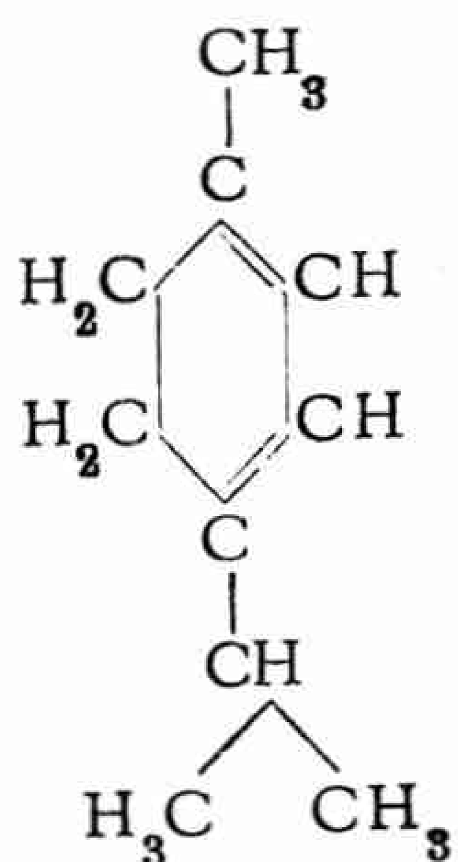


టెర్పీన్ లేదా టెర్పినోల్
మెన్థీన్ వ్యుత్పన్నము

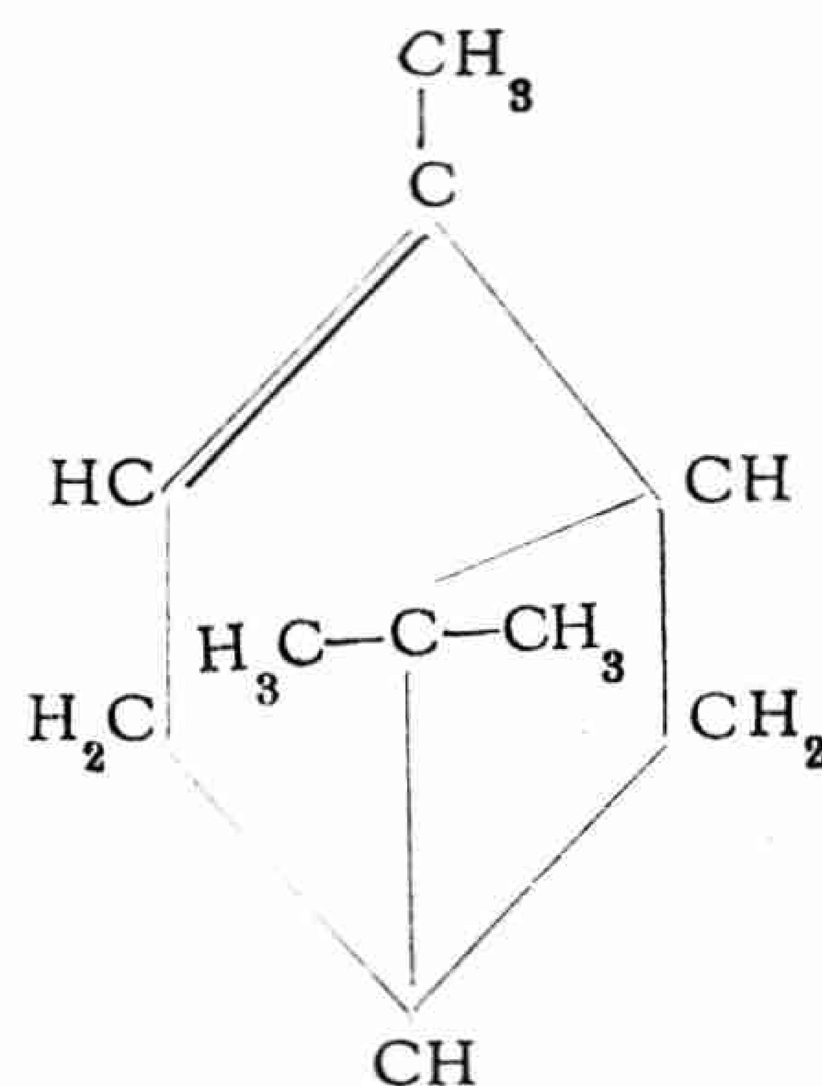


టెర్పినియోల్ - మెన్థీన్
వ్యుత్పన్నములు

ఈ రచనలలో కనపరచినట్లు మెన్థాడైయీన్ వ్యుత్పన్నములలో రెండు ద్విబంధనములు ఉండును. ఇది కాక టెర్పీన్‌లజాతిలో $C_{10}H_{16}$ అణు సాంకేతికముగల హైడ్రోకార్బన్‌లు కూడ ఉన్నవని చెప్పియుంటిమి. ఇందు కొన్ని ఒకే ద్విబంధనముకల యౌగికములుకూడ నున్నవి. వీటియందు కార్బన్ పరమాణువుల మీదనున్న శేష యోజనీయతలు యౌగికరచనయందు ఇంకొక కార్బన్ వలయమును ఏర్పాటు చేయుచున్నవి. ఈ రెండు తరగతుల యౌగికములకును క్రమముగా ఏకవలయిక టెర్పీన్‌లు ద్వివలయిక టెర్పీన్‌లు అని పేరు :



టెర్పినీన్ ($C_{10}H_{16}$)
ఏకవలయ టెర్పీన్



α—పైనీన్ ($C_{10}H_{16}$)
ద్వివలయ టెర్పీన్

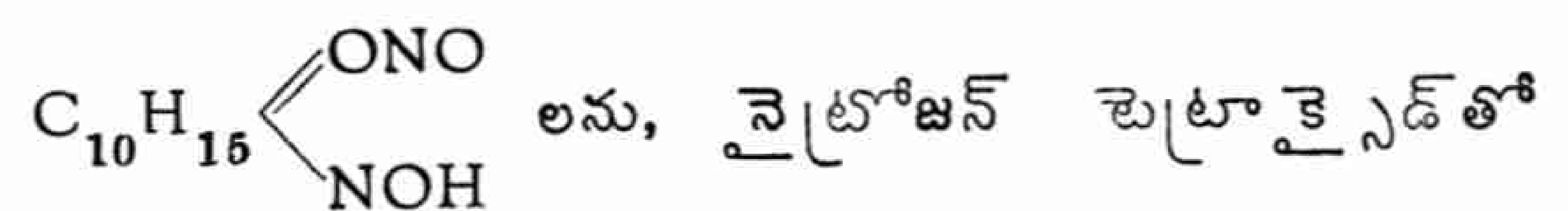
టెర్పీన్‌లను సామాన్యముగా ఈ దిగువ లక్షణములచే ఎరుంగవచ్చును :

వీటి రచనయందు ద్విబంధనములున్న కారణమున ఒకటిగాని, రెండుగాని హైడ్రోజన్ హేలైడ్ అణువులను వీటికి కలుపవచ్చును :

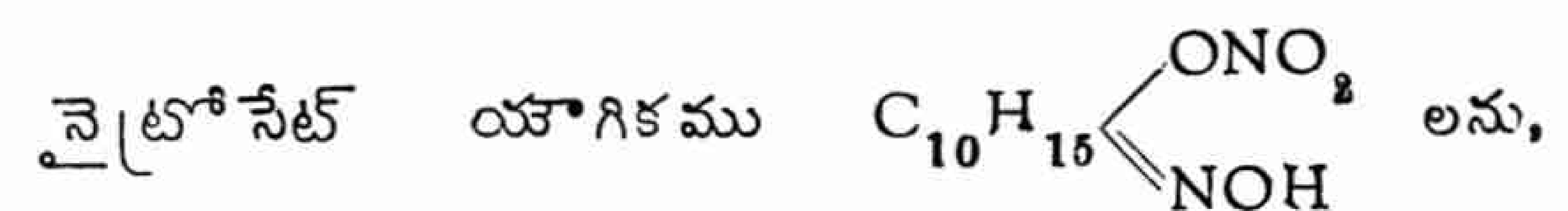



2. ఒకటిగాని రెండుగాని బ్రోమీన్ అణువులు వీటిలో కలియును.

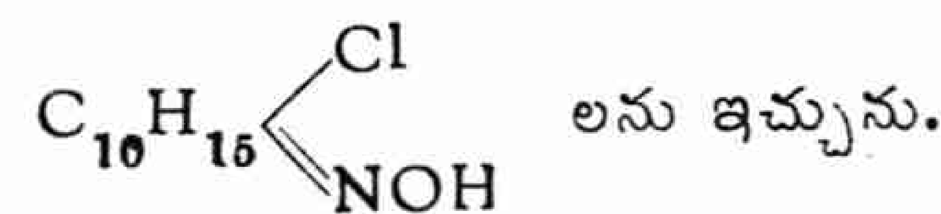
3. నైట్రస్ ఆసిడ్‌తో నైట్రోసైట్ యౌగికము




లను, నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్‌తో నైట్రోసేట్ యౌగికము

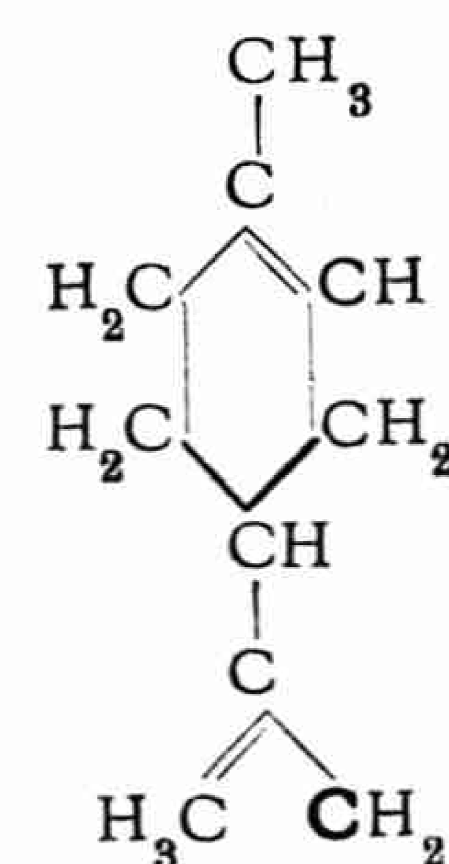



లను, నైట్రోసిల్ క్లోరైడ్‌తో నైట్రోసోక్లోరైడ్ యౌగికము




లను ఇచ్చును.

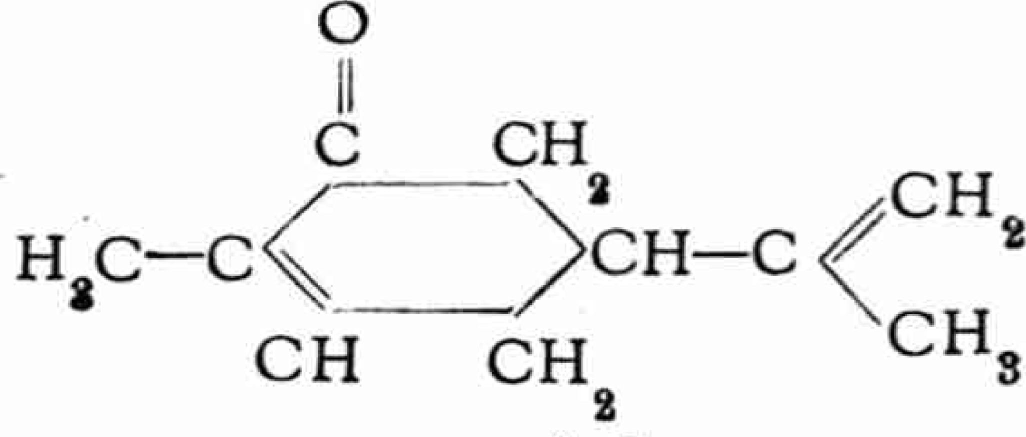
టెర్పీన్‌లువలయ యౌగికములగుటచే అసౌష్ఠవ కార్బన్ పరమాణువు వలయ రచనయందుండుటకు అవకాశము లేదు. అయినప్పటికిని వాటి రచనయందు సౌష్ఠవాంశము అంతరించినపుడెల్ల, చాక్షుష చైతన్యధర్మము పొడచూపుచుండును.



ఉదాహరణమునకు లిమొనీన్ రచనలో సౌష్ఠవ తలముగాని, సౌష్ఠవాక్షముగాని, సౌష్ఠవకేంద్రముగాని లేనట్లు సులభముగా కననగును. అందువలన ఈ యౌగికము సవ్యాపసవ్యచాక్షుష రూపములలో అవతరించును. మనకు పరిచితమైన కొన్ని టెర్పీన్‌లు :

లిమొనీన్ : (సాంకేతికము పైన ఈయబడినది). నిమ్మపండ్ల తొక్కలనుండి లభ్యమగునిమ్మనూనెలోను, పెప్పర్ మెంటు తైలములోను ఉండును. రబ్బరును అభిషవించినకూడ ఇది లభ్యమగును.

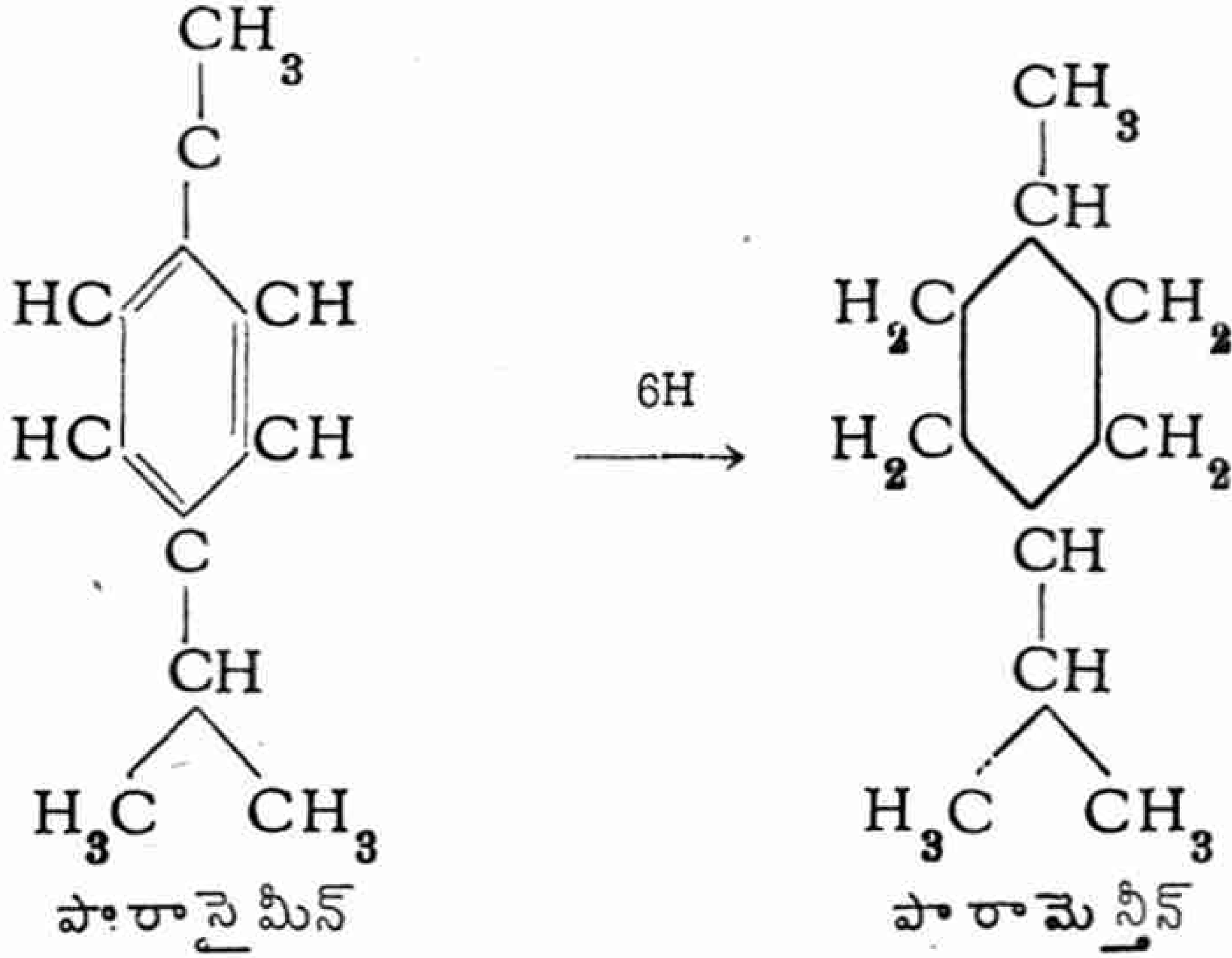
కార్వోన్ : సోపుగింజల నూనెలో ఉండును. వాటి విలక్షణమైన వాసన ఈ యౌగికమునుండి వచ్చినదే. సోపుగింజలకు ఆయుర్వేద వైద్యములో స్థూలజీరక, గంధాధిక, తియ్యగ నుండుటచే మధురిక అను పేర్లు కలవు. ఈ యౌగికము కీటోన్‌ల జాతికి చెందినది.



కార్వోన్

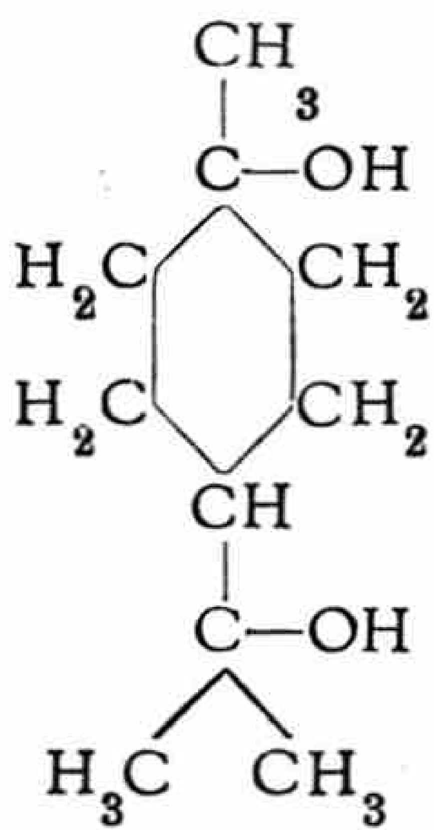
సాంకేతికమును పరీక్షించిన అణువు సౌష్ఠవము లేనిదని విశదమగును. సౌష్ఠవఘటకములు లేనందున ఇది రెండు చాక్షుషసమరూపములలో ఉండును. ఇందు అపసవ్య రూపము (d - కార్వోన్) సోపుగింజలయందును, సవ్య రూపము (l - కార్వోన్) పెప్పర్ మెంటు నూనెలోను ఉండును.

టెర్పీన్: (1 : 8 డై హైడ్రాక్సీ, p - మెన్థీన్) పారా సైమీన్ మెథిల్ ఐసోప్రోపిల్ బెన్జీన్ ని ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి. దీనిని సంపూర్ణముగా హైడ్రోజనీకరించితిమేని హెక్సాహైడ్రో పారాసైమీన్, లేదా పారామెన్థీన్ ఆవిర్భవించును :

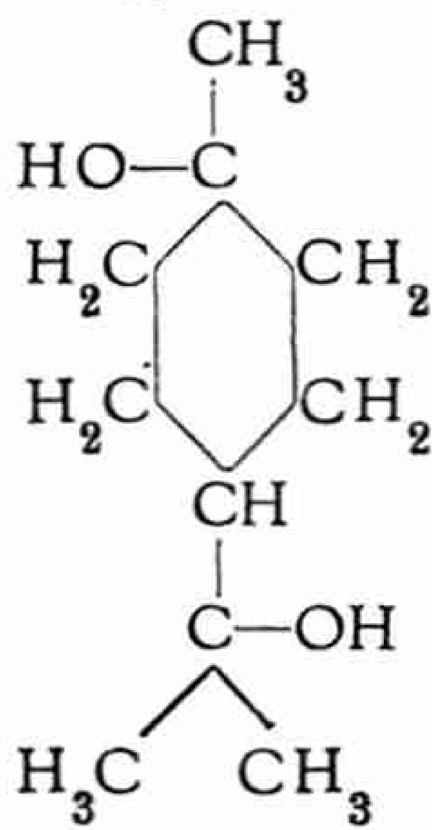


పారాసైమీన్ పారామెన్థీన్

పారామెన్థీన్ నుండి ఉత్పన్నములగు ముఖ్యమైన టెర్పీన్‌లు రెండు. అందు మొదటిది టెర్పీన్ (1 : 8 డైహైడ్రాక్సీ పారామెన్థీన్). ఇది సిస్, ట్రాన్ రూపములలో ఉండును ; రెండవది టెర్పీన్ హైడ్రేట్.



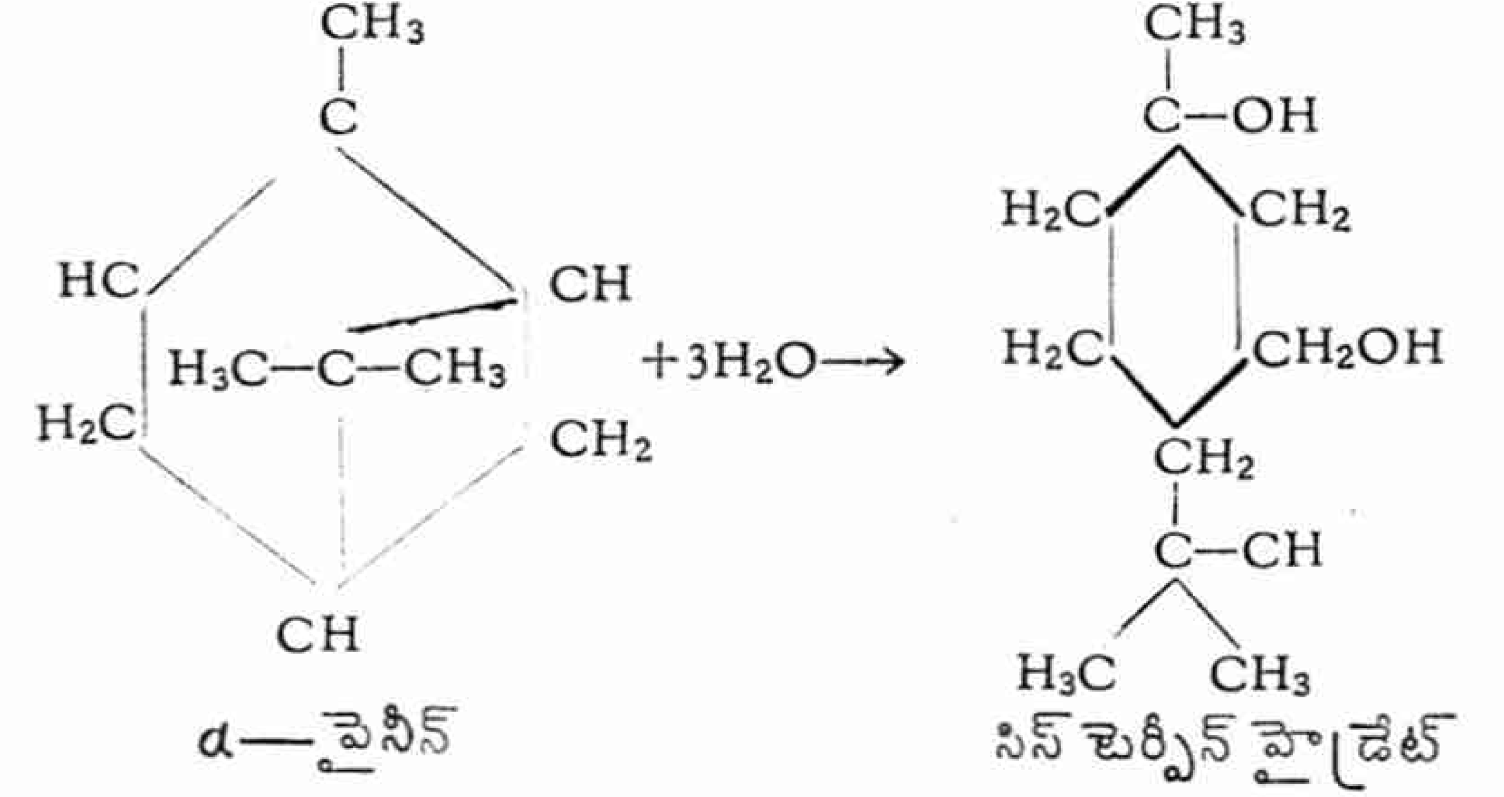
సిస్ టెర్పీన్
ద్రవాంకము 104°C



ట్రాన్స్ టెర్పీన్
ద్రవాంకము 158°C

ఈ రెండు సాంకేతికములందును పైనున్న హైడ్రాక్సిల్ OH) గణముల స్థానములు భిన్నముగానుండుట గమనించతగినది. టర్పెంటీన్ తైలముపై విలీనగంధక ద్రావము యొక్కగాని, ఆల్కహాల్ నైట్రిక్ ఆసిడ్ మిశ్రము యొక్కగాని చర్యవలన ఇది లభించును.

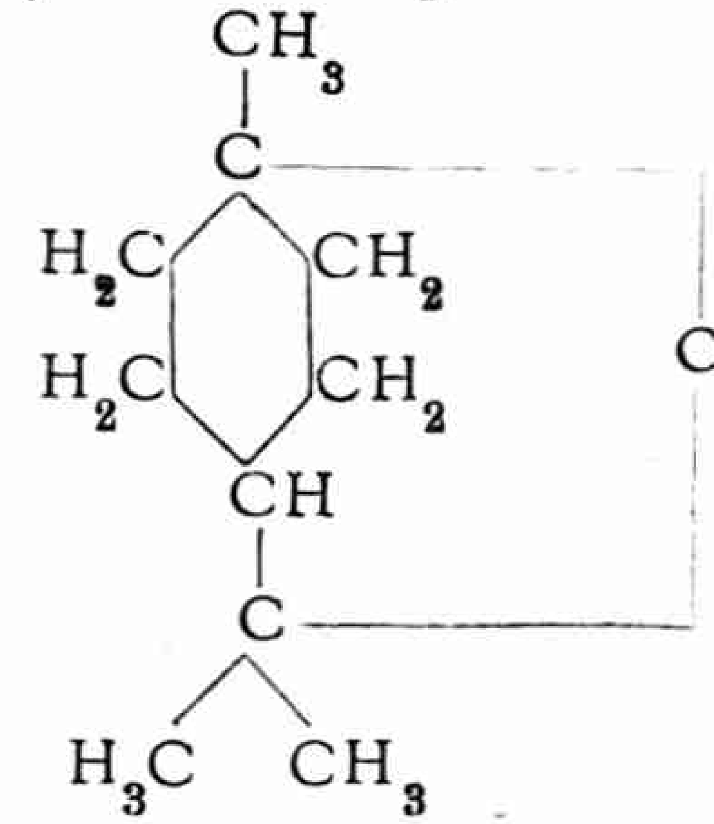
టర్పెంటీన్ తైలములో ముఖ్యఘటకమగు α-పైనీన్ ఈ పై ప్రక్రియలో టెర్పీన్ హైడ్రేట్‌గా మారును. ఈ వచ్చిన యౌగికమును 700°Cకు వేడిచేసినచో ఒకజలాణువు తొలగి టెర్పీన్ లభ్యమగును.



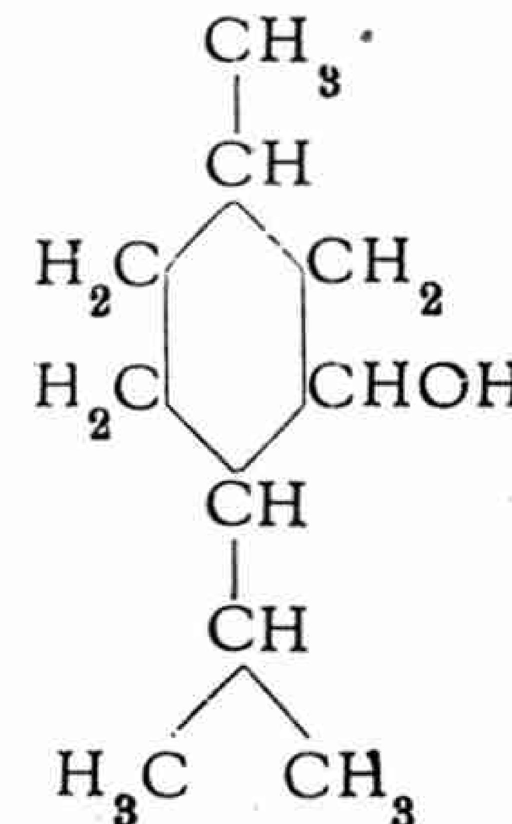
α—పైనీన్ సిస్ టెర్పీన్ హైడ్రేట్

యూకలిప్టాల్ : యూకలిప్టసు ఆకులను, కొమ్మలను అభిషవించిన లభ్యమగు (నీలగిరి) తైలమందు ముఖ్యమగు ఘటకము ఈ పై యౌగికము.

ఇది కర్పూరపు వాసనగల ద్రవద్రవ్యము. టెర్పీన్ హైడ్రేట్‌లో 1-8 కార్బన్ పరమాణువుల మీదనున్న రెండు హైడ్రాక్సీ గణములనుండి ఒక జలాణువును తీసి వేసిన సినియోల్ లభ్యమగును. అనగా సినియోల్ యౌగికమును టెర్పీన్ హైడ్రేట్ యొక్క నిరుదముగా (అన్ హైడ్రైడ్‌గా) భావించవచ్చును.



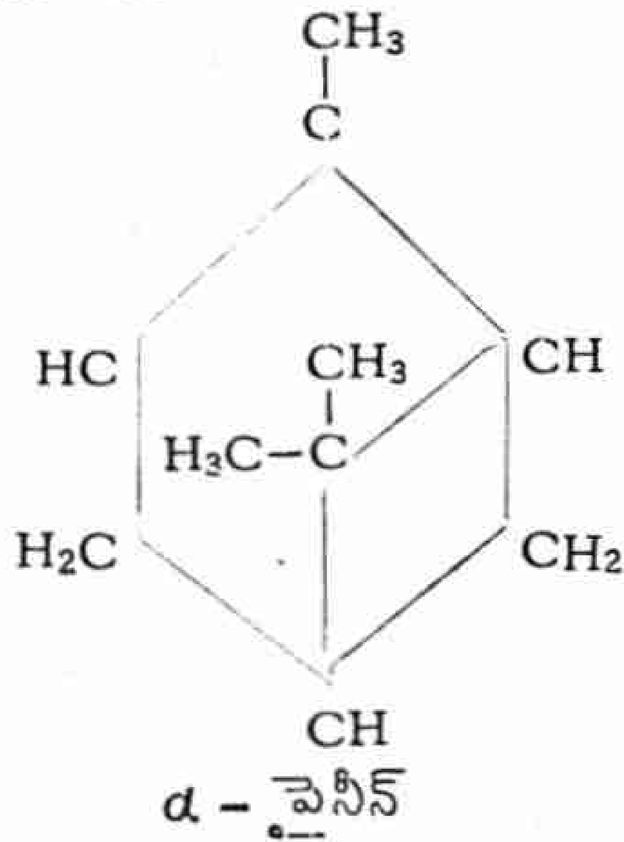

మెన్థాల్ : పెప్పరమెంటు తైలములోని ప్రధానఘటకము ; తెల్లటి స్ఫటికములు. బలమైన పెప్పరమెంటువాసనకలది. చప్పరించిన మొదట కారముగాను, తరువాత చల్లగాను ఉండును. సూక్ష్మక్రిమిహరముగాను, సంవేదన నాశకద్రవ్యముగాను ఉపయోగపడును. పైకి



మెన్థాల్

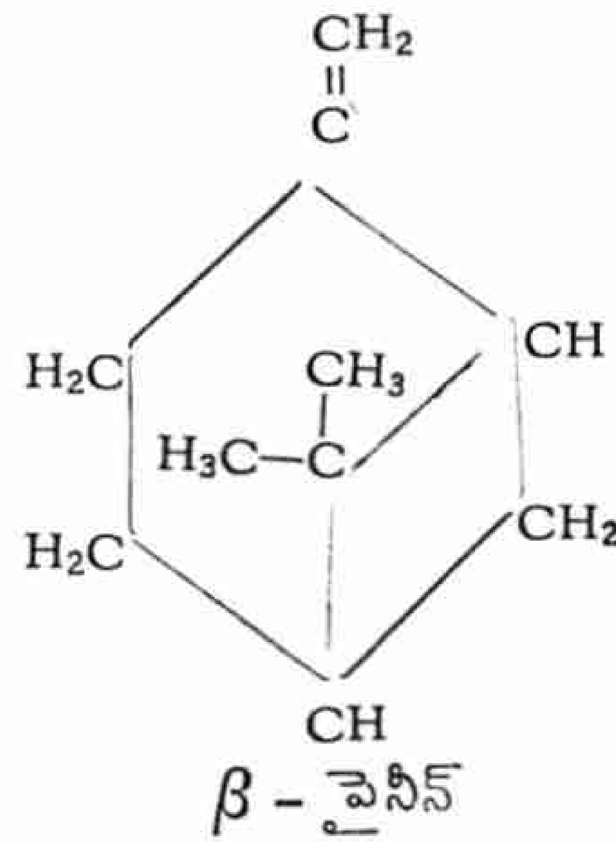
ర్వాయు అమృతాంజనము మొదలైన తలనొప్పి మందులలో విధిగా ఉండుమ.

పైనీన్ : టర్పెంటీన్ తైలములోని ప్రధానఘటకము. $C_{10}H_{16}$ దీనిరచన.



α – పైనీన్

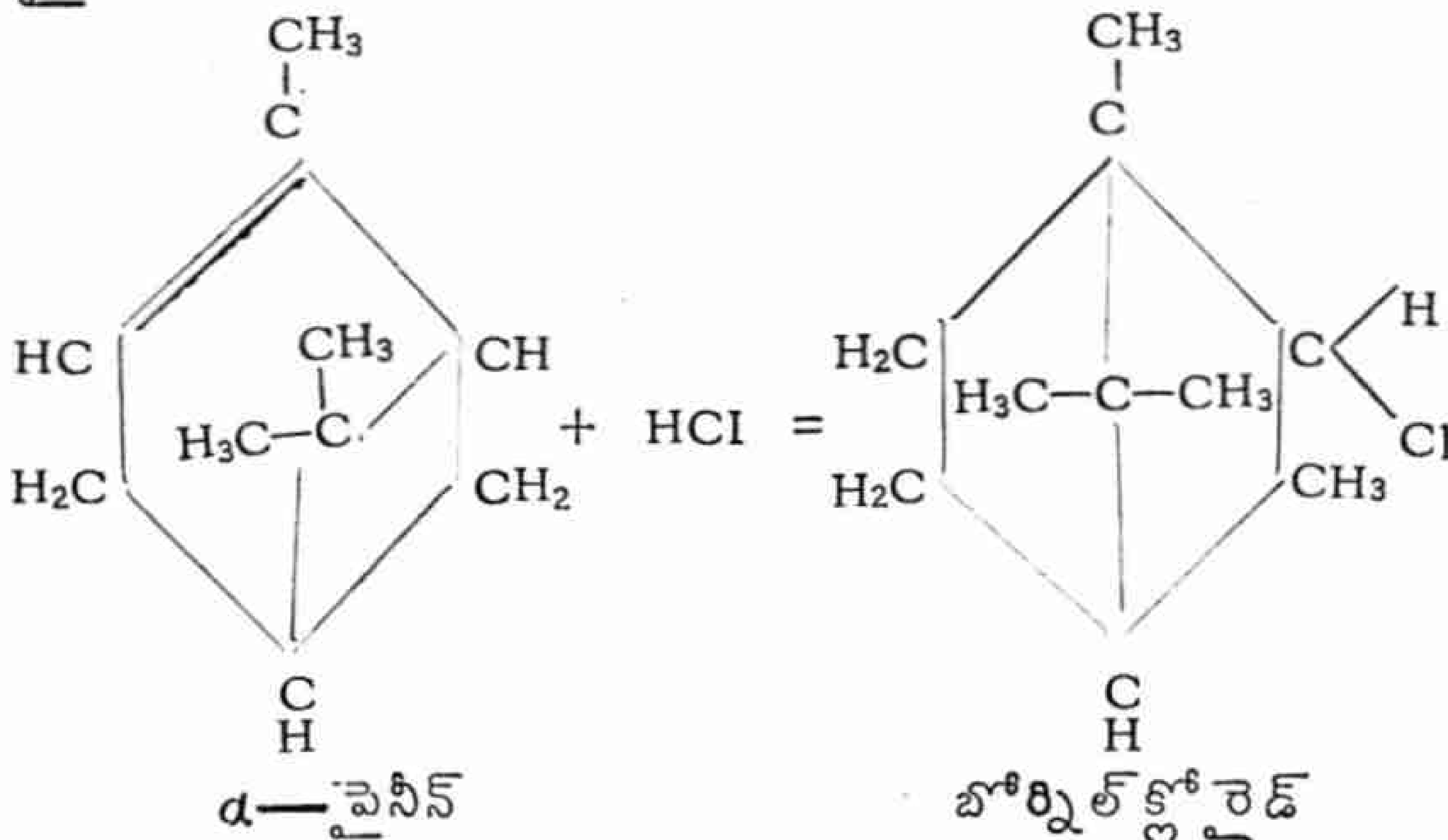
క్వథనాంకము 156°C



β – పైనీన్

క్వథనాంకము 164°C

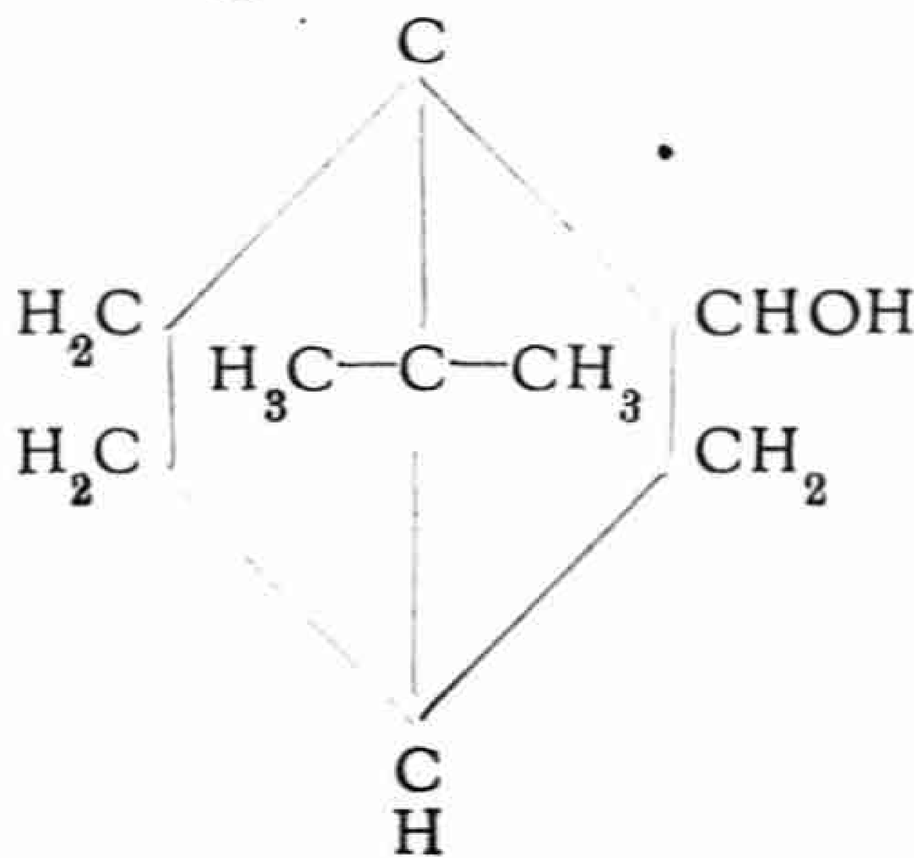
సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన పైని చెప్పినట్లు టెర్పిన్ హైడ్రేట్‌గా మారుటయేగాక, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు చర్యవలన కృత్రిమ కర్పూరమను పేరుగల బోర్నిల్ క్లోరైడ్‌గా మారు ఇంకొక విలక్షణ గుణము పైనీన్‌కు కలదు.



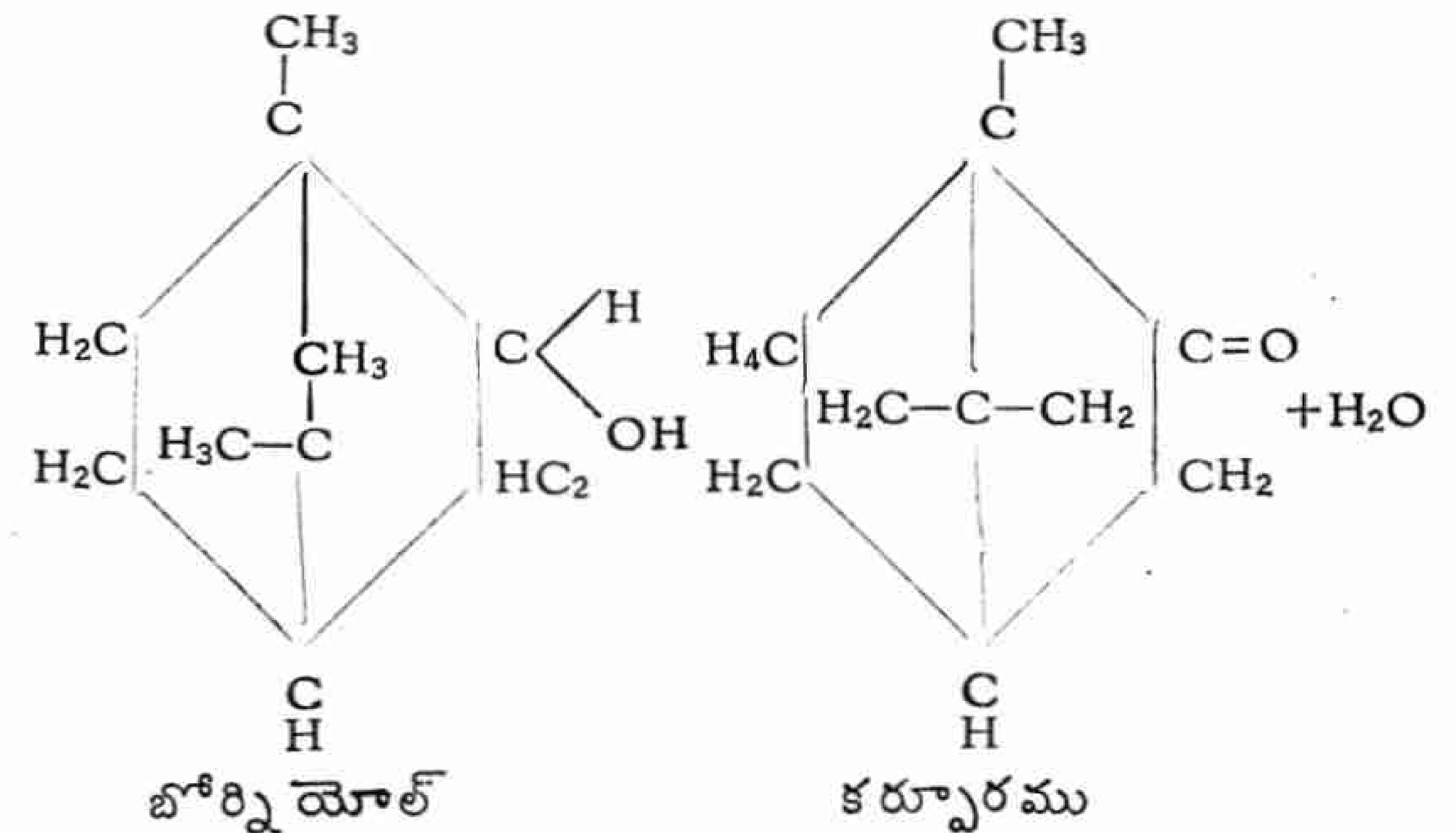
α—పైనీన్ బోర్నిల్‌క్లోరైడ్

ఈ ప్రక్రియ కర్పూరమును కృత్రిమముగా తయారు చేయుపద్ధతిలో ఉపయోగపడు చున్నది.

బోర్నిల్ క్లోరైడ్‌లోనున్న క్లోరిన్ పరమాణువుస్థానే హైడ్రాక్సిల్ గణము ఆదేశముగా వచ్చిన లభ్యమగు యౌగికమునకు బోర్నియోల్ అనిపేరు.




ఈ యౌగికము పచ్చకర్పూరమందలి ప్రధానఘటకము. దీనిని నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో ఆక్సీకరించిన CHOH గణము CO గా మారి కీటోన్ యౌగికము లభ్యమగును. ఇదియే కర్పూరపు చెట్లనుండి బట్టీచేయుట వలన తయారగు మామూలు కర్పూరము.



బోర్నియోల్ కర్పూరము

కర్పూరము : (మామూలుకర్పూరములు, లేదా జపాన్ కర్పూరము.) కర్పూరపుచెట్ల ఆకులను, కొమ్మలను ఆవిరితో అభిషవించినచో ప్రాప్తమగును. ఉత్పతనము ఒనరించిన శుద్ధమైనకర్పూరము లభించును.

పోలీ టెర్పీన్‌లు : అసలు టెర్పీన్‌లకువలె పోలీటెర్పీన్ యౌగికములకుకూడ $C_5H_3$ కనిష్ఠప్రాయోగికసాంకేతికము. కాని పోలీటెర్పీన్‌లరచన ఇంకను నిర్వివాదముగా నిర్ధారణకాలేదు. అందుచే వీటిని $(C_5H_8)_n$ అను గుణిజ సాంకేతికముగా చూపుట సంప్రదాయము. ప్రకృతిలో సరళటెర్పీన్‌లతోపాటు ఇవికూడ లభ్యమగును. ఒక్క ఇండియా రబ్బరుతప్ప పోలీటెర్పీన్‌లలో తక్కినవి పారిశ్రామికముగాగాని, సైద్ధాంతికముగాగాని ముఖ్యమైనవి లేవు.

రబ్బరు టెర్పీన్ లక్షణములను అనేకములను కనపర్చును. అది హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్‌తో సంయోగించి $C_{10}H_{18}Cl_2$ అను యౌగికమును ఓజోన్‌తో, ఓజోనైడ్‌ను ఈయగలదు; అభిషవించిన ఐసోప్రీన్‌ను $(C_5H_8)$ యౌగికముక్రింద విచ్ఛిన్నమగును. దీనికి ఎదురుప్రక్రియ అనగా ఐసోప్రీన్ అణువులు చాల కలిసి రబ్బరుఅణువుగా మారుటకూడ సంభవింపజేయవచ్చును. మే. వ. న.

**టెర్బియమ్ :** అపురూపమృత్తు ధాతువర్గమునకు చెందిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 65 ; సంకేతము Tb ; పరమాణుభారము 159.2. * * *

**టెలురియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 52 ; సంకేతము Te ; పరమాణుభారము 127.61 ; సిల్వనైట్ $(Ag, Au)Te_4$ గాను, టెలురియమ్ ఆక్సైడ్‌లుగాను టెలురియమ్ ముడిఖనిజము లభించును. ద్రవాంకము 449.8° C ; క్వథనాంకము 1390°C.

టెలురియమ్‌ను ఉక్కుపరిశ్రమలో ఉపయోగింతురు. ఇదిగాక విద్యున్మలామాలో మెరుగుతెచ్చుటకును, పెట్రోలియమును శుద్ధిచేయుటలో క్రేకింగ్‌నందు ప్రేరకముగాను, గాజుపరిశ్రమయందు రంగునిచ్చుద్రవ్యముగాను వాడుదురు (చూ. గంధకవర్గము ; సిలీనియమ్). * * *

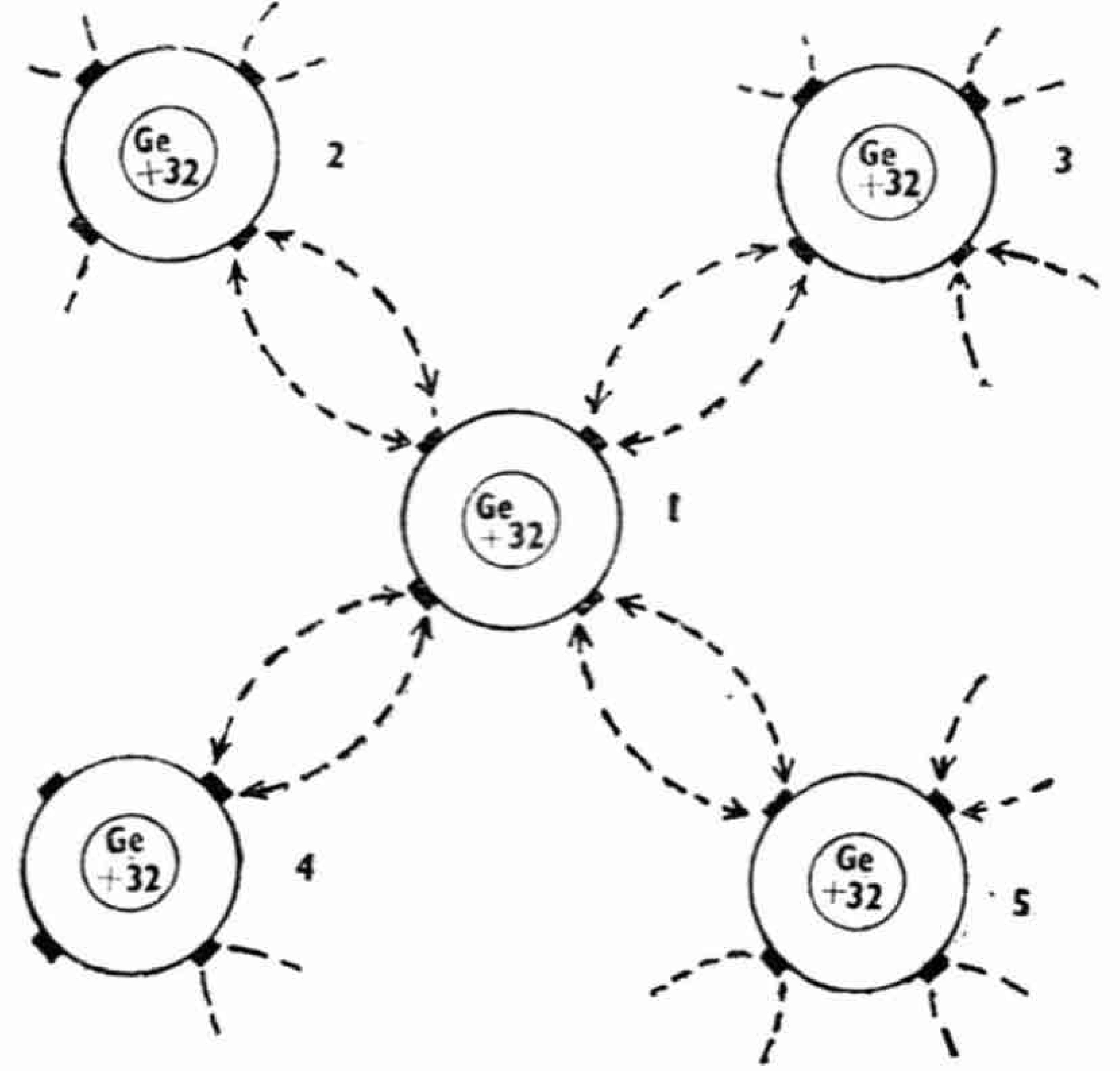
టైకోబ్రాహి (1546 - 1601) : డెన్మార్క్ దేశపు ఖగోళవిజ్ఞాని. (చూ. భౌతిక విజ్ఞాన సమీక్ష-మధ్యయుగము పు. 16). * * *

టైటానియమ్ : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 22 ; సంకేతము Ti ; పరమాణుభారము 47.90 ; రాసాయనికముగా టైటానియమ్ ధర్మములు సిలికన్, జిర్కోనియమ్ ధర్మములను పోలియున్నవి (చూ. టైటానియమ్ వర్గము). * * *

టైటానియమ్ వర్గము : ఇందు టైటానియమ్, జిర్కోనియమ్, హాఫ్నియమ్ కలవు. హాఫ్నియమ్ తక్క తక్కిన రెండును ప్రకృతిలో ఒకమాదిరిగా విస్తారముగా దొరకుచుండునవియే (Ti0.44%, Zr0.022%, Hf0.00045%); అగ్ని (ఇగ్నియస్) శిలలో ఉండును. ఖనిజములనుండి వేరుచేయుట, విడిధాతువులను తయారుచేయుట చాల దుర్ఘటములగుటచే చాలకాలమువరకు వీటి విషయమైన జ్ఞానము రాసాయనికునికి చిక్కలేదు. తెల్లపూతరంగుగా ఆక్సైడ్ యొక్క వినియోగము, త్రుప్పుపట్టని ఉక్కును (స్టెయిన్ లెస్ స్టీల్) ను తయారుచేయుటలో ధాతువు యొక్క ఉపయోగము టైటానియమ్‌నకు పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యమును ఒసంగినవి. జిర్కోనియమ్‌నకు కూడ ఇటువంటి పారిశ్రామికమాహాత్మ్యముచేకూరుచిహ్నములు కలవు. జిర్కోనియమ్‌తో కూడ ఖనిజములలో దొరకు హాఫ్నియమ్‌ను వేరుచేయుట చాల దుర్లభమగుటచే ఈ ధాతువు యొక్క పారిశ్రామికోపయోగ్యత నేటికిని అన్వేషించబడలేదు. ఈవర్గమునకు సంబంధించిన ధాతువులన్నియు అధిక తాపక్రమములలో హేలొజన్‌లు, ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్, నీరు - వీటితో రాసాయనికముగా సంయోగించును (చూ. జిర్కోనియమ్, టైటానియమ్, హాఫ్నియమ్). మే. వ. న.

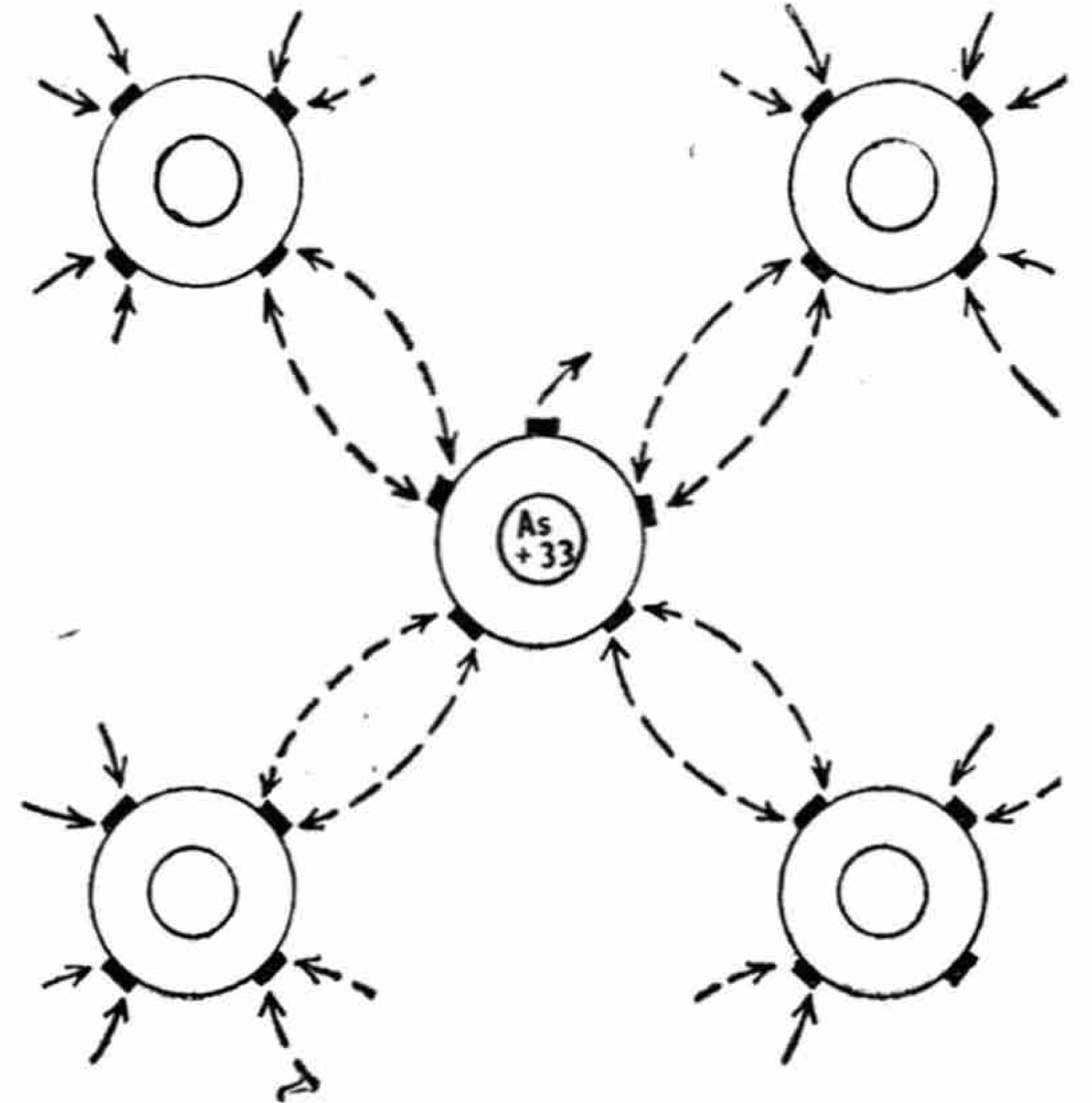
ట్రాన్సిస్టార్ ; జెర్మేనియమ్ ధాతువువంటి అర్ధవిద్యుద్వాహకములకు ఆర్సెనిక్, ఇండియమ్‌వంటి ద్రవ్యములను లేశమాత్రము చేర్చినచో మొదటివాటి విద్యుద్వహన సామర్థ్యము మిక్కిలి ఎక్కువగును. ఇట్టి లేశద్రవ్యమును 'మలము (అశుద్ధద్రవ్యము)' అందురు. మలలేశముండుటవలన విద్యుద్వహన సామర్థ్యమెట్లు ఎక్కువగునో 1 వ, 2 వ చిత్రముల సహాయమున తెలిసికొనవచ్చును :

ఇందు శుద్ధమైన జెర్మేనియమ్ స్ఫటిక రచనయందు, ప్రతి జెర్మేనియమ్ పరమాణువును నలుప్రక్కల నాలుగు




1 వ చిత్రము

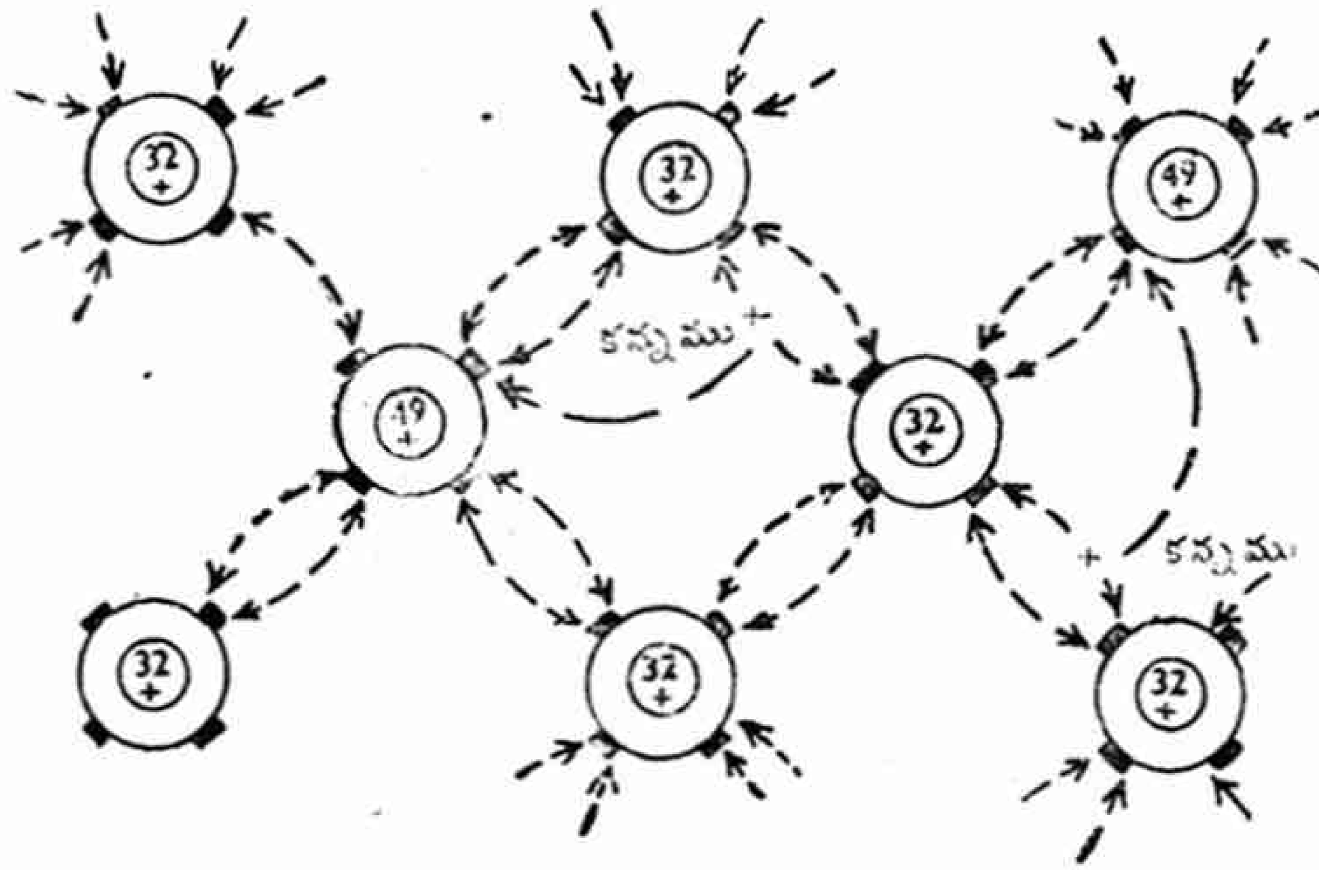
పరమాణువులతో ఎట్లు సంయోజనీయ బంధములచే సంధింపబడియున్నదో చూడనగును (1వ చిత్రము). ఈసందర్భమున జెర్మేనియమ్ పరమాణువు యోజనీయత నాలుగని తెలిసికొనవలెను. 2 వ చిత్రమునందు ఒక జెర్మేనియమ్ పరమాణువుస్థానమును ఒక ఆర్సెనిక్ పరమాణువు ఆక్రమించినప్పటి స్థితి చూపబడినది. ఆర్సెనిక్ యోజనీయత అయిదు. అనగా దాని రచనయం




2 వ చిత్రము

దుండు పైకక్ష్యలో ఐదు యోజనీయ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నవి. ఈ ఐదింటిలో నాలుగు నాలుగు ప్రక్కలనున్న నాలుగు జెర్మేనియమ్ పరమాణువులతో బంధములను ఏర్పరచుకొనినవి ; శేషించిన 5 వ ఎలక్ట్రాన్ బంధమందు పాల్గొనకయుండుటచే అదిస్వేచ్ఛగా జెర్మేనియమ్ స్ఫటిక శరీరమందంతట చరించగలదు. ఇట్లు స్వేచ్ఛాచరులగుఎలక్ట్రాన్‌లను ఈయగల 'మల' పరమాణువులకు 'దాత' అని పేరు.

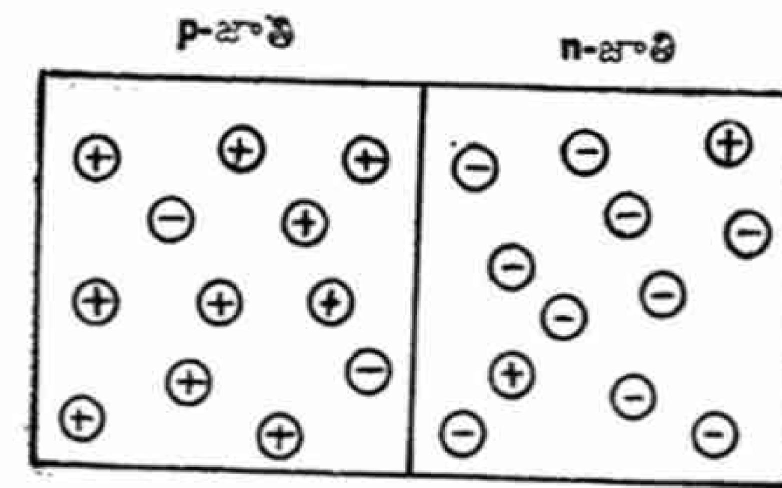
దీనికి సరిగా విరుద్ధమగు సన్నివేశము త్రియోజనీయ ఇండియమ్ పరమాణువు ఒక జెర్మేనియమ్ పరమాణువు స్థానమున ప్రవేశించినపుడు సంభవించును. ఇండియమ్



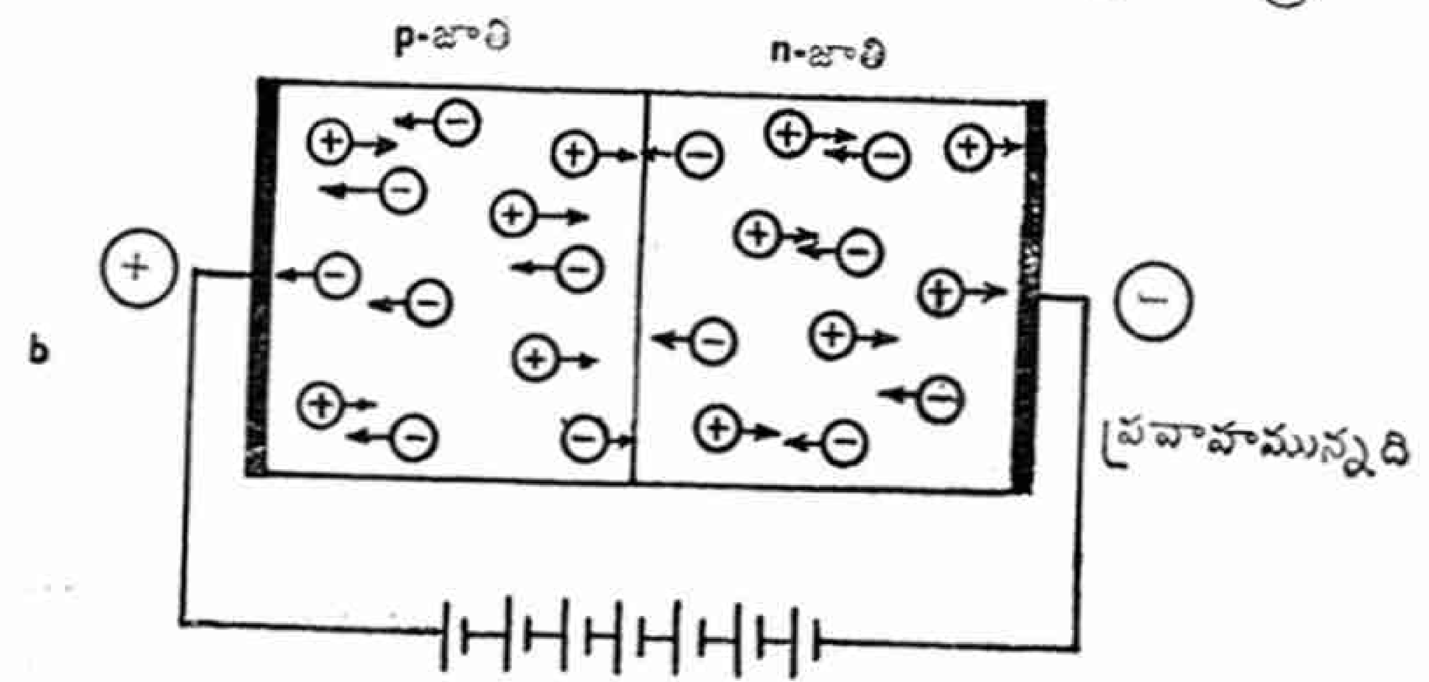
3 వ చిత్రము

పరమాణువుయోజనీయత '3'. అనగా మూడు ఎలక్ట్రాన్‌లు దాని రచనయొక్క అంతిమ కక్ష్యలోనుండును. ఈమూడు యోజనీయ ఎలక్ట్రాన్‌లును నలుప్రక్కలనున్న నాలుగు జెర్మేనియమ్ పరమాణువులతో బంధము లేర్పరచుకొనుటకు చాలకపోవుటచే, ఒక జెర్మేనియమ్ పరమాణు రచనలో నున్న నాలుగు ఎలక్ట్రాన్‌లలో నొకదానిని దొంగిలించి, ఇండియమ్ తన నాలుగు బంధములను పూర్తి చేసికొనును. అందువలన ఇదివరకు జెర్మేనియమ్ పరమాణువు రచనలోనున్న ఎలక్ట్రాన్ స్థానము శూన్యమై కన్న మేర్పడును. ఇట్లు కన్నముల జనింపజేయు 'మల' పరమాణువులకు 'గ్రహీత'లని పేరు. ఈ కన్నము ఇదివరకు ప్రక్కనున్న జెర్మేనియమ్ పరమాణువునకు చెందియున్న ఎలక్ట్రాన్‌చే పూరింపబడును. ఇట్లేర్పడిన క్రొత్త కన్నము మరల దానిప్రక్కనున్న పరమాణువునకుచెందిన ఎలక్ట్రాన్‌చే నింపబడును. ఇప్పుడు మొదటి పరమాణువునకు కొంత దూరములో ఇంకొక కన్న మేర్పడును. ఇట్లు ఈకన్నమును, స్ఫటికశరీరమందు చలించుచున్న ఋణావేశము కొరవడిన, అనగా ధనావేశమును వహించుచున్న, ఒక వస్తువుగా భావించవచ్చును. దాతృ పరమాణువులవలన లభ్యమైన స్వేచ్ఛాచరులగు ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగియున్న అర్ధ విద్యుద్వాహకములకును n (n = ఋణావిష్ట) వాహకములనియు, గృహీతృ పరమాణు లభ్యమైన కన్నములు గల అర్ధ విద్యుద్వాహకములకు p (p = ధనావిష్ట) వాహకములనియు పేరు. n - జాతి వాహకముల వహన సామర్థ్యము అందుండు ఎలక్ట్రాన్ సంఖ్యను బట్టియు, ఆ ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనశీలతను బట్టియు, p-జాతి వాహకముల సామర్థ్యము, కన్నముల సంఖ్య బట్టియు, ఆ కన్నముల చలనశీలతను బట్టియు ఉండును.

ఋజూకరణము (రెక్టిఫికేషన్) : ఆవర్తి విద్యుత్‌ప్రవాహము (ఎ.సి.)ను ఋజు (డి.సి.) విద్యుత్‌గా మార్చుటకు డైయోడ్‌వాల్వును ఉపయోగించు రీతిని n - జాతి స్ఫటికమును p-జాతి దానితో కలిపినపుడు లభ్యమగు సంధిని ఉపయోగించవచ్చును (చూ. చిత్రము 4). విడి ఎలక్ట్రాన్‌లుగల n-జాతి స్ఫటికముతో p - జాతి స్ఫటికమును సంధించినపుడు n-మండలము నుండి కొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు p-మండలములోనికి ప్రసరించును. దీని మూలమున n- జాతి స్ఫటికము స్వల్పముగ ధనావిష్టమగును. ఈ సందర్భమునందే అంతేమేరకు p-జాతి స్ఫటికము స్వల్పముగ ఋణావిష్టమగును. ఈ సంధికి ఇటునటు ఏర్పడిన విరుద్ధావేశముల మధ్యను మరి ఎలక్ట్రాన్ ప్రసారమును సాగనీయని విద్యుత్ ఆకర్షణబలము ఒకటి అవతరించును. ఇట్లు n - జాతి స్ఫటికములో ఏర్పడిన కొన్ని కన్నములు, p-జాతి దానిలో ఏర్పడిన కొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు పరస్పరము సమతులిత స్థితిలో ఉండి, ఒక స్థిరసన్నివేశ మేర్పడును. స్వతంత్ర ఎలక్ట్రాన్‌లు,



4 వ చిత్రము

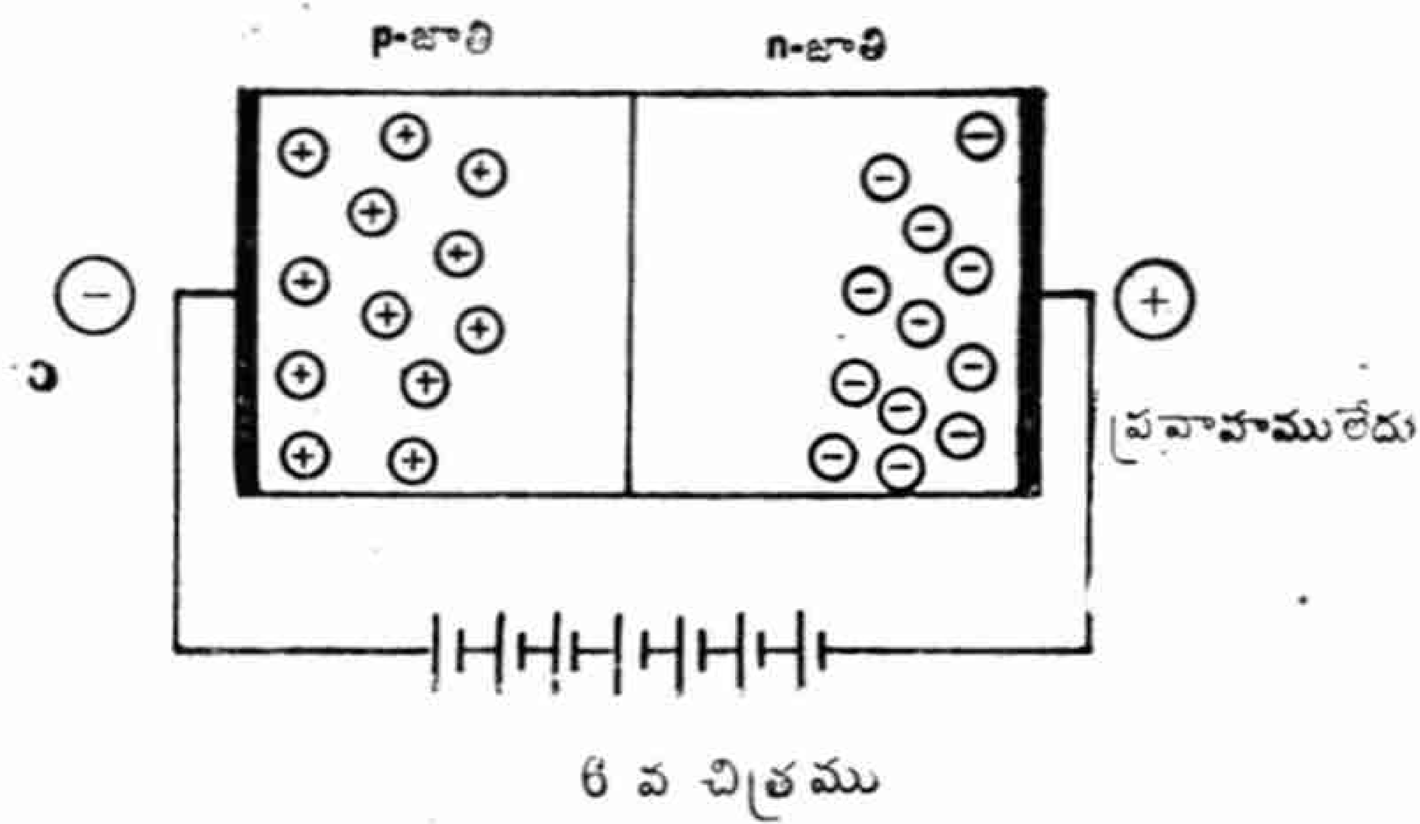


5 వ చిత్రము

కన్నములు ప్రక్క ప్రక్కలనే నొక ద్రవ్యములో ఉన్నపుడు, స్వతంత్ర ఎలక్ట్రాన్ ఒకటి కన్నమును ప్రవేశించుటద్వారా కన్నములు, ఎలక్ట్రాన్‌లు పరస్పరము ఉన్మూలించుకొనును. ఇట్టి ప్రక్రియవలన కలుగు నష్టమును

పూరించుటకై చాల స్వల్పసంఖ్య ఎలక్ట్రాన్‌లు, కన్నములు విరుద్ధ దిశలలో n-p సంధిగుండ ప్రసరించుచునే ఉండును.

ఇప్పుడీ స్ఫటికముల జంట రెండుకొనలను ఒక బ్యాటరీ పేటికతో కలిపిన ఏమగునో చూతము. p - జాతి స్ఫటికమును ధనాగ్రముతోను, n-జాతి స్ఫటికమును ఋణాగ్రముతోను కలిపినపుడు (చూ. చిత్రము 5) కన్నములను కుడివైపునకును, ఎలక్ట్రాన్‌ల ఎడమవైపునకును తోలు బలమొకటి గోచరించును. అనగా విద్యుత్ప్రవాహమొకటి స్ఫటికవ్యూహముగుండ ప్రవహించుటకు ఆరంభించును. ఇట్టి స్థితిలో ఈ రెండు స్ఫటికములును సంధి తలమును దాటుచున్న కన్నముల, ఎలక్ట్రాన్‌ల దాడికి గురియగుటచే, ఆ సంధితలమున కిరుప్రక్కల కన్నములు, ఎలక్ట్రాన్‌లు పరస్పరము రద్దుచేసికొను ప్రక్రియరేటు మిక్కిలి ఎక్కువగును. అందువలన ఇరుప్రక్కల కన్నముల, ఎలక్ట్రాన్‌ల ఉత్పత్తి రేటుకూడ ఎక్కువ కావలెను. n - జాతి స్ఫటికమునకు కావలసిన క్రొత్త ఎలక్ట్రాన్‌లు, బ్యాటరీ ఋణధ్రువమునుండి లభ్యమగును; క్రొత్త కన్నములు బ్యాటరీయొక్క ధనాగ్రమువైపు పయనించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు p - జాతి స్ఫటికమును విడచుటచే ఏర్పడును.

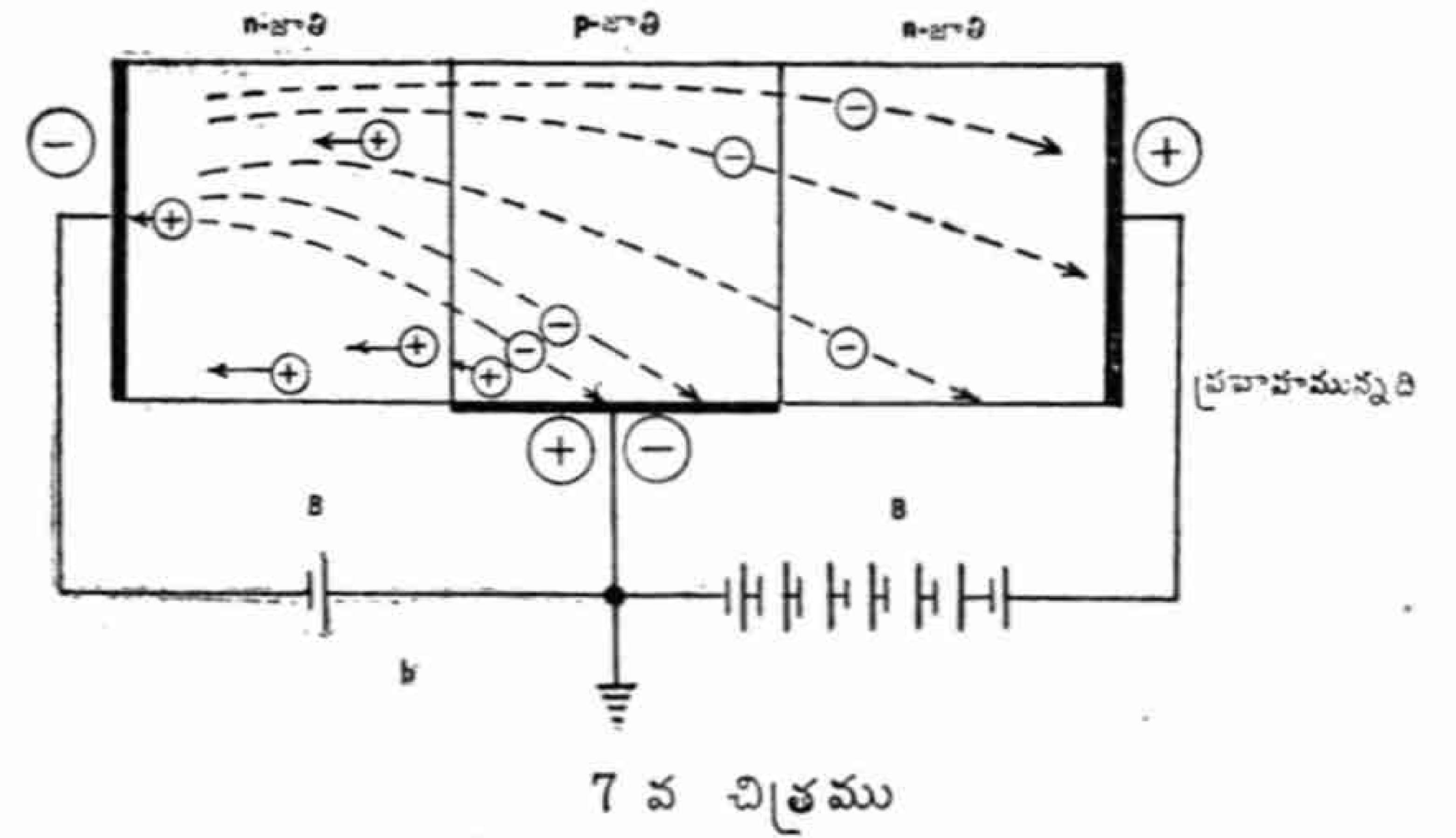



6 వ చిత్రము

ఇట్లుగాక, (చూ. 6వ చిత్రము) విద్యుత్ప్రేషారోపణ దిశను మార్చినపుడు గోచరించు సన్నివేశము దీనికి భిన్నముగా ఉండును. ఇప్పుడు ఎలక్ట్రాన్‌లు, కన్నములు విరుద్ధ దేశములలో ఆకృష్టములగుటచే n - p సంధి ప్రాంతమున అనాక్రమిత దేశ భాగమొకటి ఏర్పడును. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఈ స్ఫటికముల జంటగుండ విద్యుత్ ప్రవహించదు. ఇట్లి స్ఫటికపు జంట విద్యుత్ప్రవాహము ఒక దిక్కుననే తనగుండ పోనిచ్చు సాధనముగ రూపొందినది. ఒకేవైపు ప్రవాహమును పోనిచ్చు ఈ n - p సంధియొక్క గుణమును విద్యుత్ప్రవాహ ఋజూకరణమునకై ఉపయోగించ వచ్చును. క్లిష్టతర నిర్మాణము గల రేడియో వాల్వులకు బదులుగ ఈ n - జాతి p - జాతి స్ఫటికముల సమ్మేళనమును ఋజూకరణము (రెక్టిఫికేషన్) నకు నేడు విరివిగ ఉపయోగించుచున్నారు.

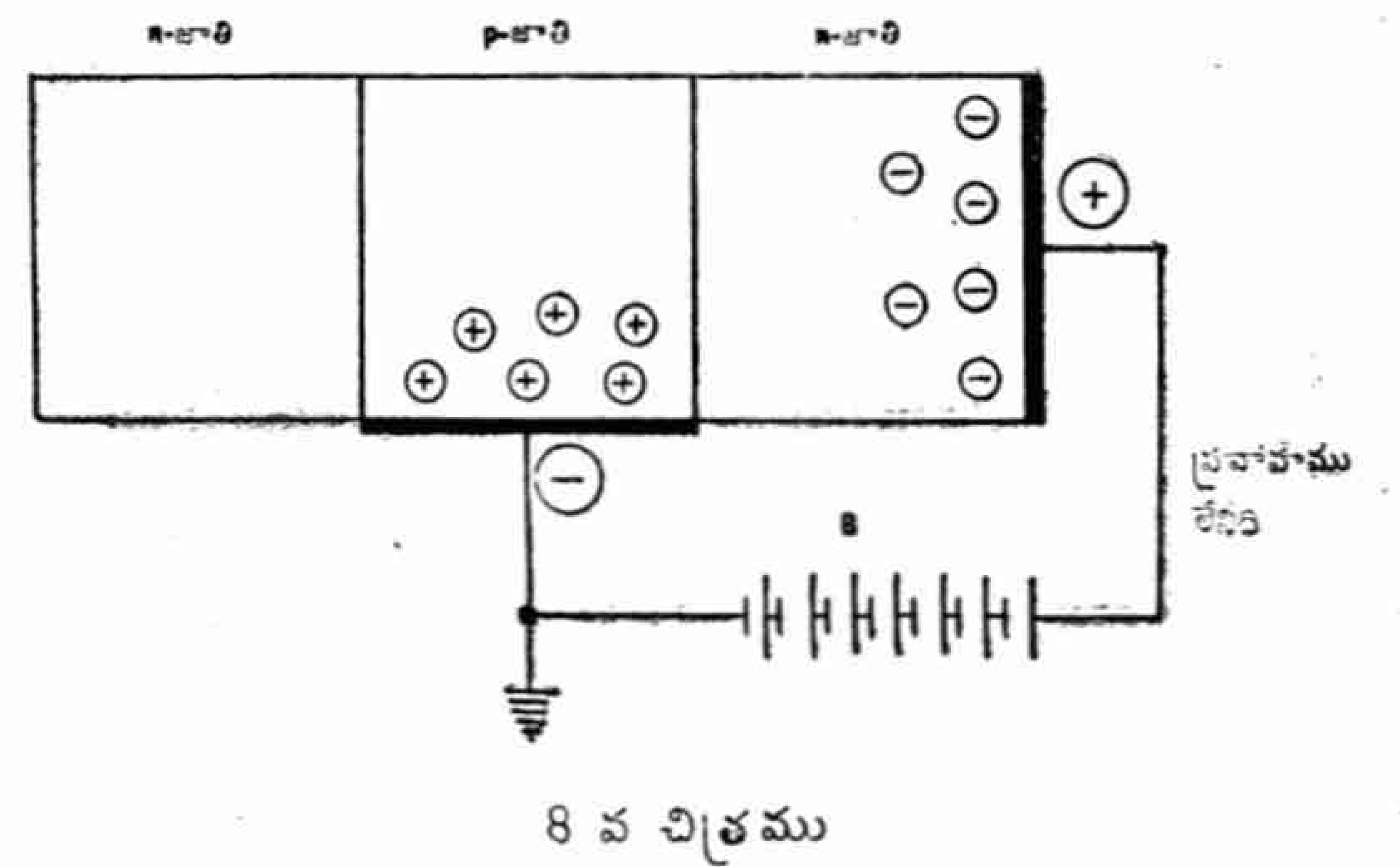
ట్రాన్సిస్టార్ సాధనము : ఇంతేగాక n - జాతి p - జాతి స్ఫటికముల సమ్మేళనమును ట్రైయోడ్‌వలె (చూ. రేడియో) ఉపయోగించవచ్చును. దీనినే ట్రాన్సిస్టార్ సాధనము అందురు. దీనిని కనిపెట్టినవారు బార్డీన్, బ్రాటైన్ (1941-1949) దీనిని శోధించినవాడు షాక్లీ. 7 వ చిత్రములో ఒక p - జాతి స్ఫటికము రెండు n - జాతి వాటి మధ్య ఇముడ్పబడినది.

B అను బ్యాటరీ సహాయముతో మధ్య స్ఫటికమునకు, కుడివైపున ఉన్న స్ఫటికమునకు మధ్య విద్యుత్ప్రేషమును ఆరోపించినచో (చూ. 7 వ చిత్రము) విద్యుత్




7 వ చిత్రము

ప్రవాహముండదు. కాని ' B 'అను ఒక చిన్న బ్యాటరీనుండి ఒక చిన్న విద్యుత్ప్రేషమును మధ్యస్ఫటికము ఎడమవైపున ఉన్న స్ఫటికము మధ్య నెలకొల్పితిమేని వస్తుస్థితి 8 వ బొమ్మలో చూపినట్లు మారిపోవును (చూ. 8 వ చిత్రము). ఎడమవైపున ఉన్న n - p సంధిగుండ విద్యుత్ ప్రవహించుటకు మొదలిడును. కాని p - జాతి స్ఫటికమును




8 వ చిత్రము

ప్రవేశించు చాల స్వల్ప సంఖ్య ఎలక్ట్రాన్‌లు దాని దూసికొని పోయి కుడివైపు ఉన్న n - జాతి స్ఫటికమును ప్రవేశించి B అను బ్యాటరీనుండి కుడివైపున ఉన్న n - p సంధిగుండ విద్యుత్తును ప్రవహింప నిచ్చును. ఈ సన్నివేశము సరిగా ట్రైయోడ్ వాల్వు ప్రవర్తనను పోలియుండును. మధ్య స్ఫటికము, కుడివైపున ఉన్న స్ఫటికము క్రమముగా

ట్రైయోడ్ వాల్వులో గ్రిడ్, ప్లేట్ నిర్వహించు కార్యములను నిర్వహించును. ఎలక్ట్రాన్ల నియంత్రిత ప్రవాహము పూర్తిగా ఘన ద్రవ్యమందే జరుగుట ఈ ఉపకరణము యొక్క విశిష్ట లక్షణము (దీనికే ట్రాన్సిస్టార్ సాధనము అనిపేరు). ఇచ్చట వాల్వులోవలె, విద్యుచ్ఛక్తిని వ్యయించి ఎర్రగా కాల్చవలసిన తీగ అనునదేదియు ఉండదు. ఇట్టి వాటి విశిష్టలక్షణము సరళనిర్మాణము, వాల్వుతో పోల్చి చూచిన, వాటి అత్యల్ప పరిమాణము, అతి స్వల్ప విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగము ఈ లక్షణములన్నియు కలసి వాల్వుకు బదులుగ ట్రాన్సిస్టార్ వాడుకను ప్రోత్సహించు చున్నవి (చూ. అర్ధవిద్యుద్వాహకములు : పు. 155).

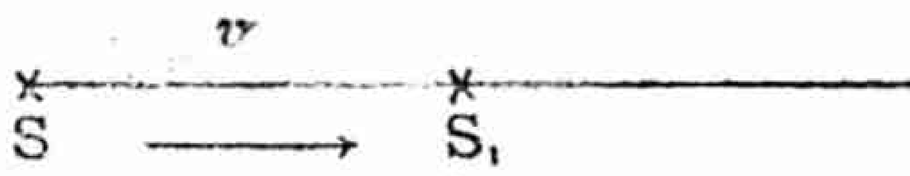
మే. వ. న.

**డప్లర్ సూత్రము :** మనము ఎప్పుడైనను రైలుకట్ట ప్రక్క నిలచి అతివేగముగ మన వైపునకు వచ్చుచున్న రైలుకూతను గమనించిన ఆకూత మనలను సమీపించిన కొలది స్థాయి హెచ్చి మనలను దాటగానే ఒక్కసారిగా తగ్గిపోవును. ఇది చాలమందికి అనుభవమైన విషయమే. ఆగకుండ వెళ్ళు రైలుబండిలోని ప్రయాణికునికి కట్టమీద నిలబడి కూయుచున్న రైలుకూతకూడ అట్లే వినబడును. అదే విధముగ ఆకాశమున విమానములో పోవువానికి క్రింద ఒక యంత్రాగారపుకూతయు వినవచ్చును. వానికి వీథిలో నిలబడి ఆ కూతను ఆలకించు మనిషికి వినబడు దానికంటె ముందు హెచ్చుస్థాయిలోను, యంత్రాగారము దాటగానే వీథిలోనిమనిషికి వినబడుదానికంటె తగ్గుస్థాయిలోగూడ వినబడును. పై యంత్రపు వేగముగాని, విమానవేగముగాని, ఎంత హెచ్చుఅయిన ఈస్థాయిలోని మార్పులుకూడ అంతవిస్పష్టమగును. శబ్దప్రసరణవిషయమైన ఈఅంశములు మన అనుభవమునందు గోచరించునవి. ఇదేవిధముగ కాంతిని ఇచ్చు ఏవస్తువుగాని మనదృష్టి మార్గమున వేగముగ దగ్గరకు వచ్చుటగాని, దూరముగ పోవుటగాని తటస్థించిన ఆ కాంతిస్వరూపములోని కొన్ని సహజమైన మార్పులు శబ్దములోవలెనే జరుగును. కాని, వాటిని మనము గమనించుటకు సున్నితమైన యంత్రసామగ్రి ఆవశ్యకము.

1845వ సం॥ప్రాంతములో ఆస్ట్రియా దేశపువిజ్ఞాని 'డప్లర్' మొదటిసారిగా పై జెప్పిన విషయములకు సంబంధించిన సూత్రమును నిరూపించెను. ఆ కారణముగ ఆ సూత్రమును 'డప్లర్ సూత్ర' మని పేర్కొనిరి. కాని, ఈ సూత్రమునకు గల ప్రాముఖ్యము కాంతిస్వభావముతో దానికి గల సంబంధమువలన అధికమైనది.

సూర్యకాంతి తెలుపుగ కనిపించినను, నిజముగ అది సప్తవర్ణమిశ్రితమైనది. ఈసప్తవర్ణములు పటములో (చూ. వర్ణమాల ఫలకము 1.) చూడవచ్చును. ఇందులోని సూర్యకాంతి యందలి వివిధవర్ణములు తరంగరూపమున ప్రసరించును. తరంగవేగము వీటన్నిటికి ఒక్కటే. వర్ణములకు గల భేదము వాటివేగములో లేదు. తరంగదైర్ఘ్యములో భేదమున్నచో కాంతివర్ణములలో మార్పు కలుగును. ఈకాంతి తరంగముల దైర్ఘ్యము మనకంటికి కనపడు ధూళికణముల వ్యాసములో సుమారు సహస్రాంశముగ ఉండును. పటములో ఎరుపునుంచి నీలలోహితమువరకు రంగులు కలవు. ఈవేరువేరురంగుల తరంగదైర్ఘ్యములు ఎరుపునుండి నీలలోహితమువరకు తగ్గుచుండును.

తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గినకొద్ది తరంగ పౌనఃపున్యము హెచ్చును. ఉదాహరణకు ఎరుపు తరంగదైర్ఘ్యము నీలలోహిత కాంతి తరంగదైర్ఘ్యము కంటె సుమారు రెట్టింపు కాబట్టి ఎరుపు పౌనఃపున్యము నీలలోహిత పౌనఃపున్యములో సుమారు సగము. పై విషయమునుబట్టి కాంతివర్ణము తరంగ దైర్ఘ్యము పై ఆధారపడి ఉన్నది. అట్టి తరంగదైర్ఘ్యము ఏ కారణముచేతనైనను మార్పు చెందినపుడు దానికి సంబంధించినరంగులో కూడ మార్పు జరుగును. అట్లే శబ్దవిషయములో పౌనఃపున్యము మార్పు చెందినచో దానిమీద ఆధారపడిఉన్న స్థాయి హెచ్చుతగ్గులుగ వినబడును. ఇదియే డప్లర్ సూత్రములో గమనింపవలసిన ముఖ్యాంశము.




డప్లర్ సూత్రవివరణ

ఒక ఇంజను (S) నిలబడిఉన్న (O) మనిషివైపుకు V వేగముతో ప్రయాణము చేయుచు కూతకూసినది అనుకొనుము (చూ. పటము). సెకనుకు 'v' సెంటీమీటరులు శబ్దవేగమనుకొనుము. ఇంజనుకూత పౌనఃపున్యము n అనుకొందము. అనగా, ఇంజను నిలబడి ఉన్నప్పుడు ప్రతి సెకనుకు n తరంగములు గాలిలో 'O' వైపుకు ముందుకు పోవును ; ఈ n తరంగములు v దూరమును ఆక్రమించుకొనును. కాని ఇంజను V వేగముతో 'O' వైపునకు ముందుకు నడచునప్పుడు ఆ సెకనులో మొదటి తరంగమును S నుండి ఆఖరు తరంగమును $S_1$ నుంచి ప్రసారము

చేయును. ఆ కారణముగ n తరంగములు 'SO' దూరమును (V సెం. మీ.) కాక S,O మధ్య (v — V) దూరమునే ఆక్రమించుకొన కలవు. అనగా, దాని తరంగ దైర్ఘ్యము తగ్గును; పౌనఃపున్యము హెచ్చును. ధ్వని హెచ్చు స్థాయిలో O వద్ద నిలుచున్న మనిషి వినవచ్చును. అదేరీతిని S, O ను దాటి వెళ్ళునప్పుడు n తరంగములు v బదులు (v + V) పొడవులో విస్తరించుకొనుట సంభవించును. తరంగ దైర్ఘ్యము హెచ్చును; పౌనఃపున్యము తగ్గును. శబ్దము తగ్గు స్థాయిలో వినబడును. ఇదే రీతిని S కదలకుండ ఉండి O, S వైపుకు V వేగముతో సమీపించి S ను దాటి పోయినప్పుడును వినబడు శబ్దమందలి స్థాయిలో ఈ మార్పులే కలుగునని ఊహించ వచ్చును. పౌనఃపున్యములోని మార్పుల వలన కలిగిన శబ్దస్థాయిలోని మార్పులు చెవిద్వారా గ్రహించగలుగుచున్నాము. కాని, కాంతి యథార్థ స్వభావమును బయల్పెట్టుట డప్లర్ సిద్ధాంతమునకు గల ముఖ్యోద్దేశము. గమనమును పరిగణించినపుడు శబ్దవిషయమున చెప్పిన అంశములు కాంతి విషయములో కూడ అన్వయించవలెను. కాని, శబ్దస్థాయికి, పౌనఃపున్యమునకు గల సంబంధములకు బదులు కాంతివర్ణమునకున్నూ, తరంగ దైర్ఘ్యములోని మార్పునకు గల సంబంధమును ఉపయోగింపవచ్చును. అనగా, కాంతిపుట్టుచోటు చలించకుండ ఉన్నప్పుడు ప్రసరించు కాంతి తరంగపు దైర్ఘ్యము $\lambda$ అయినచో ఆ కాంతి పుట్టుచోటు v వేగముతో మనవైపుకు ప్రయాణము చేసినచో ఆ కాంతి (తరంగ పౌనఃపున్యము హెచ్చి) తరంగ దైర్ఘ్యము పై చెప్పిన ప్రకారము తగ్గి $\lambda_1$ గ మారును. తరంగ దైర్ఘ్యము తగ్గి మనకు కానవచ్చుటచే తత్సహాయమున శాస్త్రజ్ఞులు ఆకాశమునుండి మనవైపు కాంతిని ప్రసరించుచున్న జ్యోతిర్మూర్తి భూమండలము వంకకు ఎంత వేగముతో ప్రయాణము చేయుచున్నదియు గణింపగలుగు చున్నారు. అట్లే తరంగ దైర్ఘ్యము హెచ్చినచో ఆ జ్యోతి మననుండి దూరముగ ఎంత వేగముతో పోవుచున్నదియు నిర్దేశింపవచ్చును.

డప్లర్‌సూత్ర మహత్త్వము : ఆకాశమందు మనకు కనబడు నక్షత్రముల, గ్రహముల చలనమును గమనించి పరిశోధించుటకు డప్లర్ సూత్రము ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులకు హెచ్చుగ ఉపకరించినది అనుటలో సందేహములేదు దీని ఆధారమున కొన్ని ముఖ్యాంశములు నిరూపించుట, వివాదాంశములు పరిష్కరించుట కూడ జరిగినవి.

1. ఒక పర్యాయము సూర్యుని ప్రాగ్భాగమునను, మరొక పర్యాయము పశ్చిమభాగమునను ఛాయాచిత్రమును తీసి చూడగా సూర్యుడు తన అక్షముచుట్టు ఒక పర్యాయము భ్రమించుటకు సుమారు $27\frac{1}{4}$ రోజులు పట్టునని తెలిసినది;

2. శనిగ్రహమును మంచి సామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో చూచిన స్పష్టముగ మూడు కాంతివలయములు కనబడును. అవి అఖండ వలయములా లేదా ఉపగ్రహ సముదాయములా అనునది వివాదగ్రస్తమైన విషయముగ కొంతకాలము ఉండెను. అప్పుడు వర్ణపటలేఖిని ఉపయోగించి ఆ వలయముల లోపలి తట్టును ఒకసారి, వెలుపలి తట్టును మరొకసారి ఫోటోతీసి డప్లర్ సూత్రము ప్రకారము ఛాయాపటమునందలి రేఖలలో జరిగిన స్థాన చలనమునుబట్టి ఆ వలయములు ఉపగ్రహముల సముదాయములే అని నిర్ధారణ చేయగలిగిరి;

3. అట్లే నక్షత్రకాంతిని వర్ణపటచ్ఛాయా చిత్రమును తీసి అందలి ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖలు వాటి మొదటిస్థానముల నుండి నీలలోహితమువైపుకు జరిగిన అవి మన వైపుకు ఎంతవేగముగ పురోగమించుచున్నది, ఎరుపు వైపుకు జరిగిన మనదృష్టి మార్గమునుంచి ఎంతవేగముగ తిరోగమించుచున్నదియు నిరూపించ గలిగిరి. అదే విధముగ జ్యోతిర్మేఘములను పరీక్షించగ అవి సుమారు సెకనుకు 800 కిలోమీటరుల వేగముతో మననుండి దూరముగా వెళ్లుచున్నట్లు శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టిరి;

4. కొన్ని జంట నక్షత్రములు మిక్కిలి దగ్గరగనుండి ఏ దూరదర్శినితోను విభజింపబడ జాలనివి చాలకలవు. అటువంటి వాటికి డప్లర్ సూత్రమును ప్రయోగించి రెండు వేర్వేరు నక్షత్రములుగ తెలిసికోగలిగిరి. వీటినే జంట నక్షత్రములు అందుము. ఇవి ఒకదానిచుట్టు ఒకటి తిరుగుచుండును. ఈ విధముగ శోధన జరిపి నక్షత్రములలో సుమారు పదవవంతు నక్షత్రములు ఈ విధమైనవే అని తెలిసికొనిరి. ఎమ్. గౌ. శా.


జాన్ డాల్టన్

**డాల్టన్, జాన్** (1766-1844): రాసాయనిక శాస్త్రాగ్రగణ్యులలో ఒకడు. క్వేకర్ మతాభినివేశముగల కుటుంబములో జన్మించెను. మాంచెస్టర్ న్యూకాలేజిలో శాస్త్రోపాధ్యాయుడుగా 1790 లో పనిచేయుట ప్రారం

ఖించెను. ఆ రోజులలోనే ఈతడు వాయు లక్షణములను అనుశీలించుట మొదలిడి పర్యవసానముగ ప్రాచీన పరమాణువాదమును గ్రహించి దానికి ఆధునిక శాస్త్రీయరూపమును ఇచ్చి చిరస్థాయి స్థానమును సమకూర్చెను. మే. వ. న.

**డాల్టన్ పరమాణువాదము** : చూ. సమీక్ష; పు. 88.

**డి. సి. విద్యుత్ ప్రవాహము** : చూ. ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము ; పు. 218.

**డిరాక్, పాల్** (1902) : కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీ యందు గణితశాస్త్రనిష్ణాతుడై, అచ్చటనే 1932 లో ఆచార్యపదవిని అధిష్ఠించెను. 1930 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడాయెను. ఆ సంవత్సరమందే, ద్రవ్యములో పాజిట్రాన్ అను ధనవిద్యుత్కణము యొక్క ఉనికిని సిద్ధాంతరీత్యా ప్రతిపాదించెను. తరువాత ఈకణము బ్లాకెట్, ఆండర్సన్ వాస్తవికముగా ఉన్నట్లు రుజువుచేసిరి. 1933 లో ష్రడింగర్ అను జర్మనుదేశపు భౌతిక శాస్త్రవేత్తతో సమముగ నోబెల్ బహుమానమును పొందెను. 1930 లో 'క్వాంటం యాంత్రికశాస్త్ర తత్త్వములు' అను ఉద్గ్రంథమును రచించెను. మే. వ. న.

**డిస్ప్రోసియమ్**: అపురూపమృత్తులకు చెందిన రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము. పరమాణ్వాంకము 66; పరమాణుభారము 162.51 ; సంకేతము Dy ; విశిష్టగురుత్వము 8.565. 1886 లో ఎల్. డి. బ్వాబౌడ్రన్ కనిపెట్టెను. * * *

**డీబైచూర్ణవిధానము** : చూ. ఎక్స్ (X-) కిరణములు ; పు. 219.

**డీబ్రాయ్, లూయీ విక్టర్** (1892): ఫ్రెంచ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. ప్యారిస్‌లో విద్యను అభ్యసించి అచ్చటనే 1932లో భౌతిక శాస్త్రాధ్యాపకుడుగా నియమితుడాయెను. కేంద్రకమునకు చెందిన భౌతికశాస్త్రమందు గణనీయమగు పరిశోధనలను కావించెను. ఈ సందర్భముననే కాంతిని గురించిన తరంగకణవాదములను సమన్వయించి ద్రవ్యకణమునకు కూడ తరంగ స్వభావమును ఆరోపించెను. ఈ నవీన సిద్ధాంతకల్పన, పరమాణురచనా నిరూపణ శాస్త్రమందొక నూతనాధ్యాయమును నెలకొల్పినది. 1929 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము లభించెను. మే. వ. న.



లూయీ విక్టర్ డీబ్రాయ్

**డీల్స్, ఆటో** (జననము : 1876) : హాంబర్గ్‌లో జన్మించెను. బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు చదివి డాక్టరేట్ బిరుదమును పొంది అచ్చటనే కొంతకు 1914 లో ఆచార్య పదవిని స్వీకరించి, కీల్ యూనివర్సిటీయందున్న రాసాయనిక పరిశోధన సంస్థకు దర్శకుడుగా నియమితుడైనాడు. డైయీన్ సంయోజన కనుగొనినందుకు 1950 లో ఆల్డర్‌తోపాటు నోబెల్ బహుమతి నందుకొనెను. ఇతడు తక్కిన కార్బన్ రాసాయనిక యౌగికములతోపాటు నాడీ కణజాలములందు, పైత్యరసస్రావములందు గోచరించు కోలెస్టరిన్ అను సమవలయాత్మక ఆల్కహాల్ గురించిన ప్రధాన విషయముల కనిపెట్టెను. మే. వ. న.

**డూ విన్యోడ్, విన్సెన్ట్ :** యునైటెడ్ స్టేట్స్ జీవ రాసాయనికుడు. అమెరికాలో ఇల్లినోయ్, రాచెస్టర్ యూనివర్సిటీల యందు చదివి, డ్రెస్‌డెన్ కెయ్‌జర్ విల్హెల్మ్ సంస్థలోను, ఎడింబరో యూనివర్సిటీ యందును వైద్యశాఖలో విద్యాభ్యాసమును ముగించెను. జార్జి వాషింగ్టన్ యూనివర్సిటీయందు జీవరాసాయనికశాఖ యందు అధ్యక్షపదవిని గ్రహించి, చివరకు కార్నెల్ యూనివర్సిటీ వైద్యకళాశాలలో చేరెను. ఇచ్చట ఇతడు ఆక్సిటోసిన్, వేసో ప్రెస్సిన్ అను హార్మోన్‌లపై పరిశోధనల గావించెను. ఈ రెంటిలో మొదటిది సుఖప్రసవమునకును; రెండవది బహుమూత్ర చికిత్సయందు ఉపయోగించును. ఈ నిర్వాహమునకై ఈతనికి 1955 లో నోబెల్ బహుమతి లభించినది. మే. వ. న.

**డెలాంబేర్ సూత్రము :** ప్రతి క్రియకును, సమాన పరిమాణముగల విరుద్ధ క్రియయొక్క ప్రతిఘటన ఉండునను న్యూటన్‌చే ప్రతిపాదితమైన మూడవ నియమమునకు ఒకవిధమగు వ్యాఖ్యానము ఈ డెలాంబేర్ సూత్రమని చెప్పవచ్చును. ఈసూత్రప్రకారము న్యూటన్‌నియమము సమతులితస్థితిలో స్థిరముగానున్న వస్తువులకేగాక, కదలుచున్న వస్తువులకు కూడ అన్వయించును. కదలువస్తువులవిషయములో ప్రతిక్రియ వస్తువుయొక్క జడత్వగుణకారణము వలన జనించును. ఉదాహరణమునకు చేతితో బంతిని విసరు కార్యములో, విసరువ్యక్తి కొంత బలముతో ఆబంతిని తన చేతితో నెట్టును. బంతికి జడత్వగుణము ఉండుటచే అది త్రోయువాని చేతిని అంతేబలముతో వెనుకకు నెట్టును. ఇట్టి ప్రక్రియలో విసరినబంతివంటి వ్యవస్థయొక్క స్థితి చలనములోనున్న సమతులితస్థితి అని చెప్పవలెను. ఈదృష్టిలో ఏవస్తువ్యవస్థయైనను, ఆవస్తువు కదలుచున్నను, స్థిరముగా

నున్నను, సమతులితస్థితియే అనుట యుక్తమని డెలాంబేర్ ప్రతిపాదన. మే. వ. స.

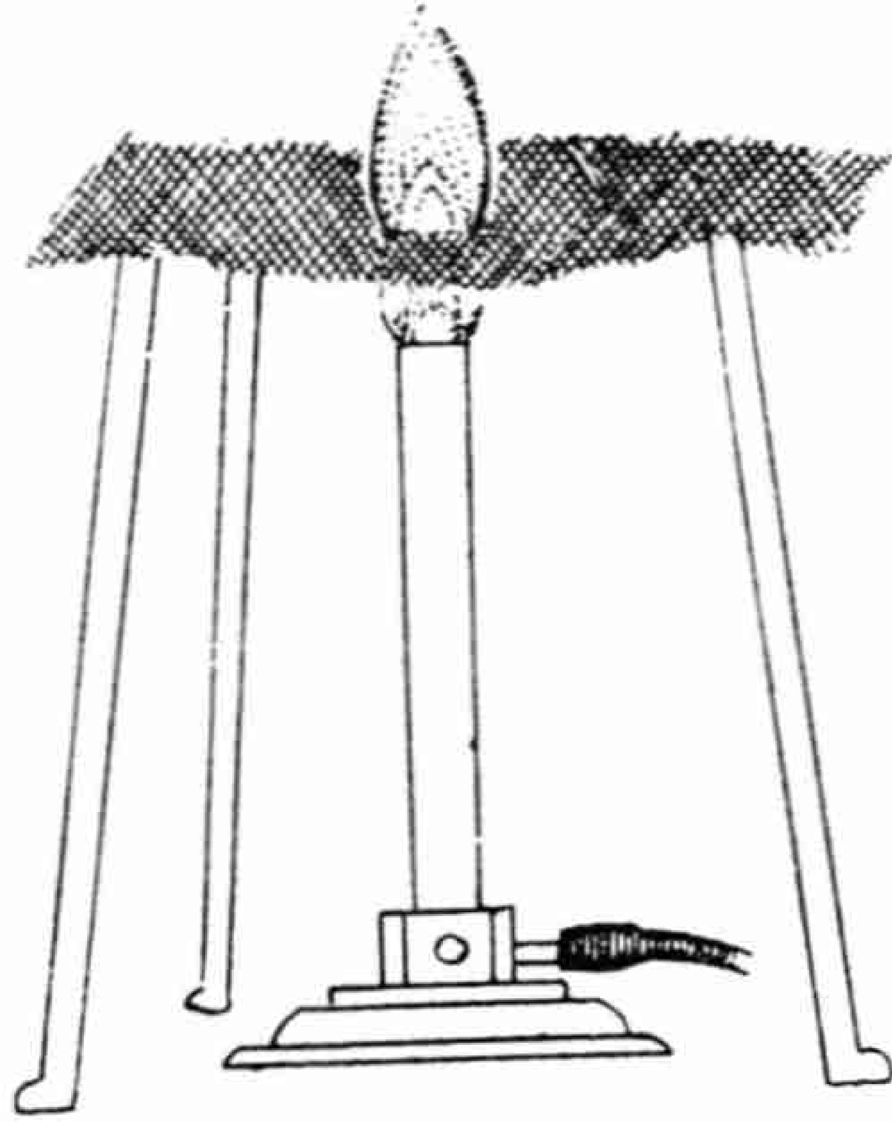
**డెసిబెల్ :** ధ్వనుల యొక్క సాపేక్ష తీక్ష్ణతలను కొలుచుటకు స్వీకరించబడిన మానమునకు సంబంధించిన యూనిట్. ఇది ప్రపంచ మందలి టెలిఫోన్ ఇంజనీర్ల సమాఖ్య వలన అంగీకృతమై టెలిఫోన్ పరికరమును విజయవంతముగా నిర్మించిన అలిగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ పేరును మోయుచున్నది.

రెండుభిన్నధ్వనుల తీక్ష్ణత 1 : 10 నిష్పత్తిలో నున్నప్పుడు వాటి మధ్యనుండు తీక్ష్ణతా వ్యత్యాసము ఒక ' బెల్ ' కు సమానమని అంగీకరించబడినది. కాని, వినీ వినపడని ధ్వనులకు, అత్యుచ్చ ధ్వనులకు మధ్య కోట్లకొలది మడుగుల వ్యత్యాసముండుటచే, మానమును వ్యవహార యోగ్యమగునట్లు కుదించుటకు వ్యత్యాసమును తెలియజేయు మడుగుల దాశమికఘాతాంకములను వాడుక చేయుదురు.

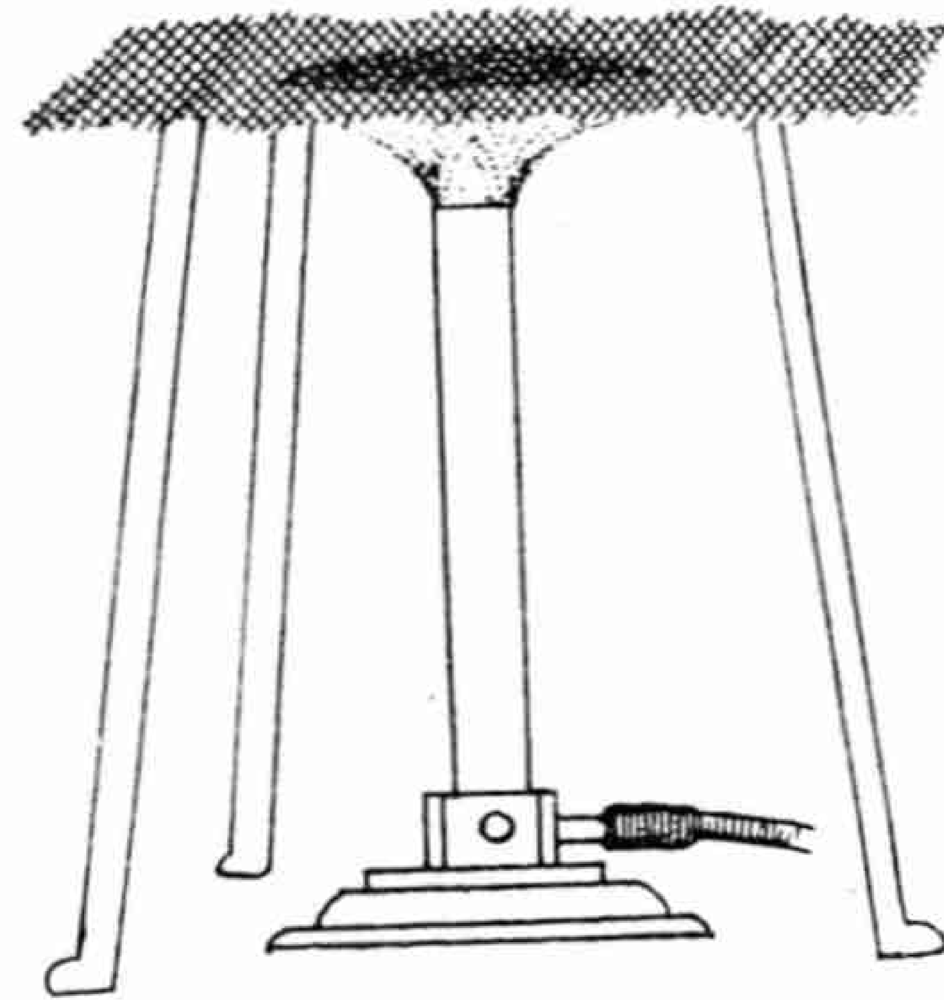
ఒక ధ్వనికన్న ఇంకొక ధ్వని r మడుగులు ఎక్కువ తీక్ష్ణతకలిగియున్నదని చెప్పుటకు, వాటిమధ్య వ్యత్యాసము $10 \times \log_{10} r$ డెసిబెల్ లు అని చెప్పుదురు. మే. వ. స.

**డేనియల్ ఘటము :** చూ. విద్యుత్ ఘటములు.

**డేవిసన్, క్లింటన్ జోసెఫ్** (జననము : 1881) : అమెరికా దేశపు భౌతికవిజ్ఞాని. చికాగో, ప్రిన్స్టన్ విద్యాసంస్థలలో శాస్త్రాభ్యాసమును ముగించిన తరువాత, ప్రిన్స్టన్‌లో భౌతికశాస్త్రాధ్యాపకుడుగా చేరెను. తరువాత బెల్ టెలిఫోన్ శోధనాగారములో పారిశ్రామిక పరిశోధనలలో నిమగ్నుడై అయస్కాంతత్వము, వికిరణశక్తి, విద్యుచ్ఛక్తిని గురించిన గణనీయమైన పరిశోధనాఫలితములను ప్రకటించెను. డీబ్రాయ్ సిద్ధాంతరీత్యా ఆకాంక్షించిన ఎలక్ట్రాన్ యొక్క తరంగస్వభావమును ప్రాయోగికముగా రుజువుచేసినందుకు 1937 లో ఈయనకు, జి. పి. థామ్సన్ కు నోబెల్ బహుమానము సమముగా పంచబడినది. మే. వ. స.



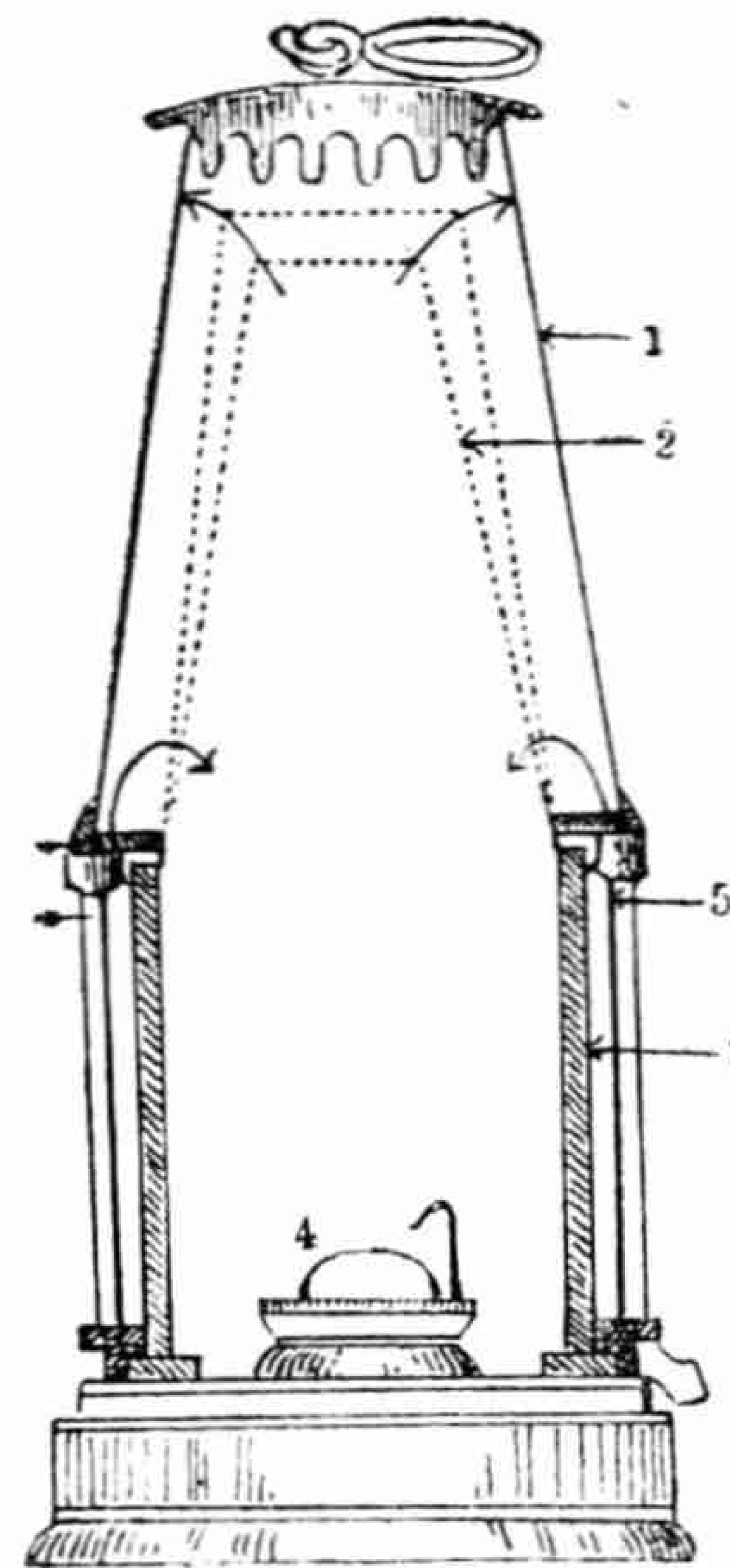
బున్‌సెన్ జ్వాలనాళముపై తీగజాలకమునుంచి జాలకముపైన గాస్ మంటపెట్టిన మంట జాలకముక్రిందికి ఎట్లు దిగలేదో ఈ చిత్రము చూపును.



బున్‌సెన్ జ్వాలపై తీగజాలకమును పెట్టి క్రిందకు అదిమిన జ్వాల ఎట్లు జాలకముపైకి లేవలేదో ఈ చిత్రము చూపును.

ఈ రెండు సంఘటనలును తీగజాలకము వేడిని అతిశీఘ్రముగా జ్వాలనుండి బయటకు ప్రవహింపజేయుటచే సంభవించెను.

**డేవీరక్షక దీపము :** నేల బొగ్గును త్రవ్వుగనులలో సాధారణముగా మార్ష్ వాయువు అను ఒక విచిత్ర వాయువు ఉద్భవించును. గనులలో నుండు నేలబొగ్గు, తేమ, సూక్ష్మజీవుల వలన ఈ వాయువు జనించును. ఈ వాయువు గనులలోనికి చొచ్చిన గాలిలోని ఆక్సిజన్ తో కలిసి జ్వాలను తాకగనే అతిభయంకరముగా ప్రేలును. ఈ ప్రేలుటవలన గనుల వెన్నులు కూలిపోయి, గనిలో పనిచేయువారలకు మృత్యుప్రమాదము వాటిల్లును. ఈ రీతిగ ప్రమాదము వాటిల్లకుండ నుండుటకై డేవివిజ్ఞాని సామాన్యదీపములలో కొన్ని మార్పులుచేసి ప్రత్యేకముగా ఒక రక్షక దీపమును 1815 లో నిర్మించెను. దానిలో సామాన్య దీపములోని గాజు చిమ్నీకి బదులు ఉత్తమ ఉష్ణతావాహక ధాతువుతో చేసిన సన్నని తీగ జాలకమును ఉపయోగించెను. ఈ జాలకము దీపపువేడిని గ్రహించి దానిని అన్నివైపులకును త్వరితముగ ప్రసరణచేయును. అందువలన జాలకమునకు బయటనుండు ప్రేలెడు వాయువు అది జ్వలించుతాపక్రమమును పొందజాలదు. అట్టి వాయువు పరిసరమునందున్నచో జాలకము లోపలనున్న దీపపు జ్వాలచుట్టును నీలిరంగు మంట కనిపించును. అట్టిది కనిపించగనే పనివారు దూర

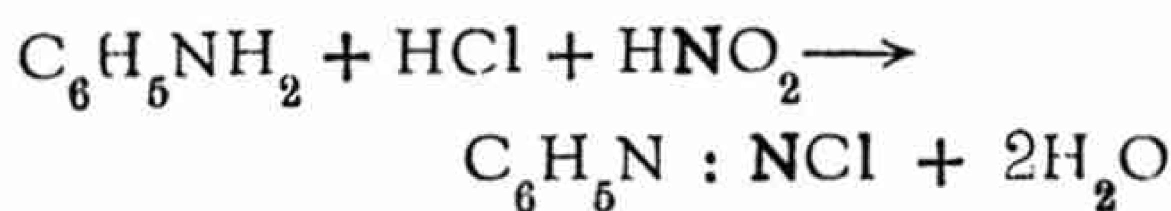



డేవీరక్షకదీపము
1. పైకప్పు, 2. తీగజాలకము, 3. గాజుచిమ్నీ, 4. దీపము, 5. గాలి లోనికి ప్రవేశించుచోటు.

మునకుపోయి ప్రమాదము నుండి తప్పుకొనవచ్చును. ఈ విధముగ డేవీరక్షకదీపము పనివారికి రక్షణను ఒసంగుచున్నది. రక్షకదీపము చిమ్నీ తప్ప మిగిలిన విషయములన్నిటిలోను సామాన్యదీపమునుపోలియున్నది. ఏ.మా.శ.

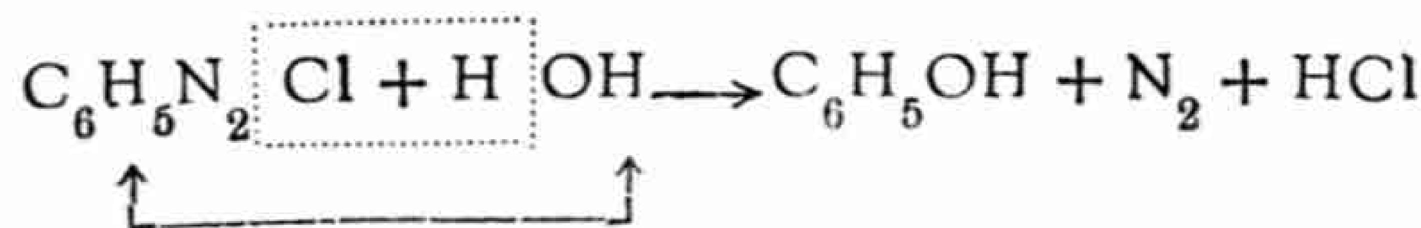
**డైఆజోయౌగికములు :** సిద్ధాంత దృష్టిలోను, ప్రయోగ ప్రయోజనములకును డైఆజోయౌగికములు చాల ముఖ్యములైనవి.

వీటిని సాధారణముగా ద్రావణస్థితిలోనే తయారు చేయుదురు. అనిలీన్‌వంటి ఆరోమాటిక్ ప్రైమరీఎమీన్‌ను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌వంటి అకర్బనామ్లములో కరగించి ద్రావణమును మంచుముక్కలతో 0°C వరకు చల్లపరతురు. తరువాత ఆ ద్రావణమునకు ఎమీన్‌ను సంపూర్ణముగా డైఆజోయౌగికముగా మార్చుటకు వలయునంత సోడియమ్ నైట్రేట్‌ను ముందుగా లెక్కగట్టి నీటిలోకలపి ద్రావణము కావింతురు. ఈద్రావణమును మెల్లగా ఎమీన్ + ఆమ్ల మిశ్రమునకు కలుపుదురు. విడి నైట్రస్ఆసిడ్ మిశ్రములో కొంచెమెక్కువైనట్లు తెలియగనే (గంజి + పొటాసియమ్ అయిడైడ్ కాగితముతో పరీక్షించునపుడు కాగితముపై నీలిరంగగుపించగనే నైట్రస్ఆసిడ్ ఎక్కువగానున్నదని తెలియును) నైట్రైట్ ద్రావణమును కలుపుట ఆపివేయుదురు. ఈ ద్రావణమును అట్లే అనగా డైఆజోయౌగికమును ద్రావణమునుండి వేరుచేయ నవసరములేకయే యౌగికగుణపరీక్షకైకాని, లేదా దానినుండి ఇతరయౌగికములను తయారుచేయుటకుగాని వాడుక చేయవచ్చును :



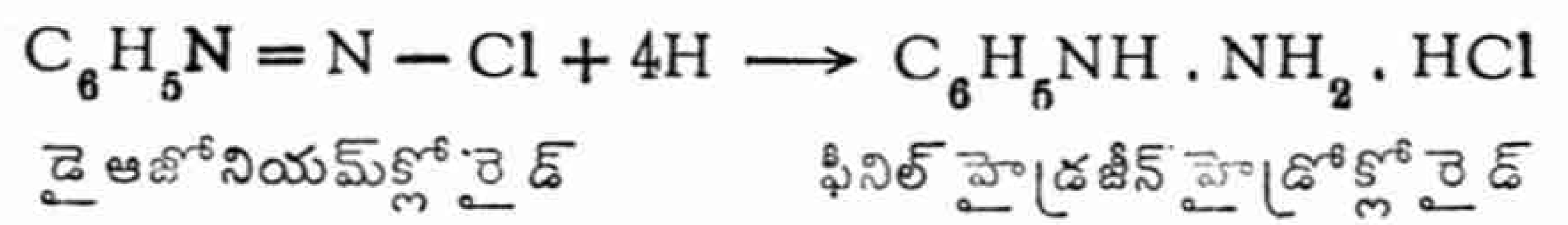
$$C_6H_5NH_2 + HCl + HNO_2 \longrightarrow C_6H_5N : NCl + 2H_2O$$

డైఆజోనియమ్ లవణములు రంగులేని స్ఫటికద్రవ్యములు ; నీటిలో బాహాటముగా కరుగును. ఆల్కహాల్‌లో కొద్దిగా కరుగును. పొడిగానున్నప్పుడు వేడిచేయుటవలన గాని, దెబ్బవలనగాని ఉపద్రవముగా ప్రేలును. వీటి జలద్రావణములు 0°C కన్న ఎక్కువ తాపక్రమములో రాసాయనికముగా విచ్ఛిన్నమగును. జలతాపకముతో వేడిచేసిన నైట్రోజన్ వాయువు పైకిపోయి ఫీనోల్‌గా మారును:



$$C_6H_5N_2\,Cl + H\,OH \longrightarrow C_6H_5OH + N_2 + HCl$$

ఈ యౌగికములు చాల చురుకైనవి ; వీటియందలి $(-N=N-)$ గణమును సులభముగా H, Cl, Br, I & CN గణములచే తొలగించవచ్చును. తగరము, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రముతో ఆక్సీకరించినపుడు ఫీనిల్ హైడ్రజీన్ ($C_6H_5NH.NH_2$) అను శర్కరలరాసాయనికానుశీలనలో చాల ఉపయోగ్యమైనయౌగికమేర్పడును.



$$C_6H_5N = N - Cl + 4H \longrightarrow C_6H_5NH . NH_2 . HCl$$

డైఆజోనియమ్‌క్లోరైడ్ ఫీనిల్‌హైడ్రజీన్‌హైడ్రోక్లోరైడ్

ఈయౌగికము కీటోన్‌ల, ఆల్డిహైడ్‌ల కార్బొనిల్ గణముతో సంయోగించి హైడ్రజోన్‌లు అను సంఘనిత యౌగికము లేర్పడును (చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు - కీటోన్‌లు : పు. 195). కె. ఎస్.

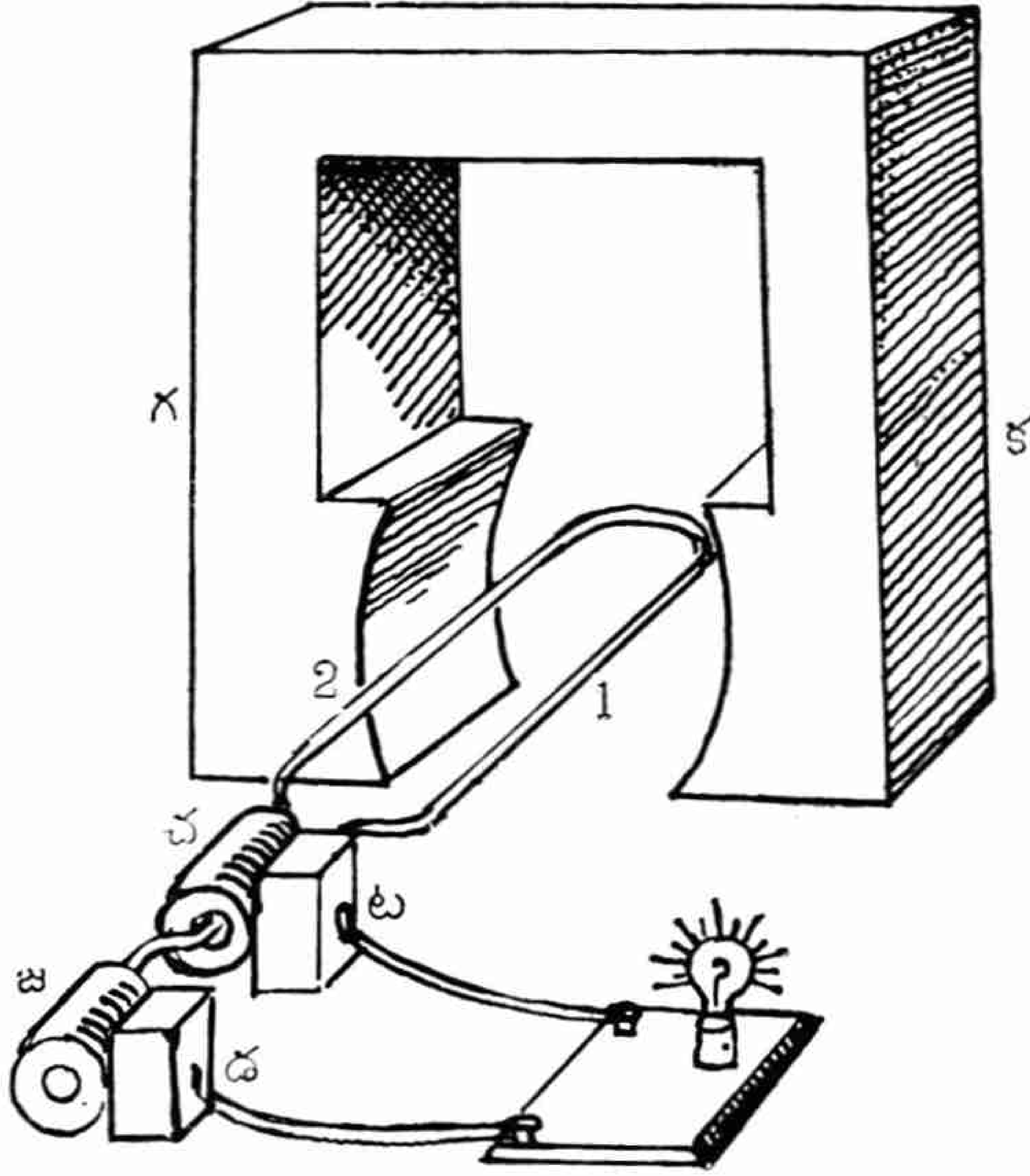
**డైనమో :** చలనశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగమార్చు యంత్రమును విద్యుజ్జనిత్రము (డైనమో) అందురు. బొగ్గు, ఆక్సిజన్ మున్నగు ద్రవ్యములందలి రాసాయనికశక్తులనే కాక జలశక్తినికూడ విద్యుచ్ఛక్తిగ మార్చుటకు ఈ యంత్రము ఉపయోగపడును. నేడు ఇంటింటను దీపములను వెలిగించుటకును, ఫంకాలను త్రిప్పుటకును, నీటిని కాచుటకును, మరలను పనిచేయించుటకును ఇంకను అనేక విధములుగ నిత్యకృత్యములందు మనము ఉపయోగించు విద్యుచ్ఛక్తినంతను ఈ డైనమో సరఫరా చేయుచున్నది.

మైకేల్ ఫారడే కనుగొనిన విద్యుత్ప్రరోచన నియమమును అనుసరించి డైనమో నిర్మింపబడినది. అయస్కాంతధ్రువములనుండి వెలువడు బలరేఖలను ఉత్తరించునట్లుగ ఒక రాగితీగను త్రిప్పిన ఆ తీగలో విద్యుత్ ప్రరోచితమగునని 1831 లో ఆయన కనుగొనెను. అంతియేగాక, తీగను కదపకుండ అయస్కాంతమును త్రిప్పినను ఫలితము ఒకేరీతిగ నుండు ననికూడ ఆయన కనిపెట్టెను. డైనమో కార్యకలాపమంతకును ఈ సూత్రమే ముఖ్య ఆధారము.

మనకు నిత్యవ్యవహారములో రెండు రకములైన విద్యుత్తులు ఉన్నవి. ఒకటి ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము (చూ. పు. 200) ; విద్యుజ్జనిత్రమునుండి మనకు ప్రత్యక్షముగ లభ్యమగునది ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమే ; దానిని ఎ. సి. విద్యుత్ అందురు. రెండవది ఋజువిద్యుత్ప్రవాహము (చూ. పు. 218), దానిని డి. సి. విద్యుత్ అందురు. ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమునందు ప్రవాహపుదిశ ప్రతిసెకనుకు 50 సార్లుగాని, 60 సార్లుగాని మారును. అనగా ధన, ఋణమార్గములు పరస్పరము మారుచుండును.

ఒకటవపటములో 'క', 'గ' అనునవి బలిష్ఠమైన అయస్కాంతధ్రువములను సూచించుచున్నవి. వాటిక్షేత్రములలో(1, 2అంకెలచేగుర్తించబడిన) వంపుతీగ తిరుగుచున్నది. ఆ తీగకొనలు రెండును, 'చ', 'జ' లచే చిహ్నితమగు

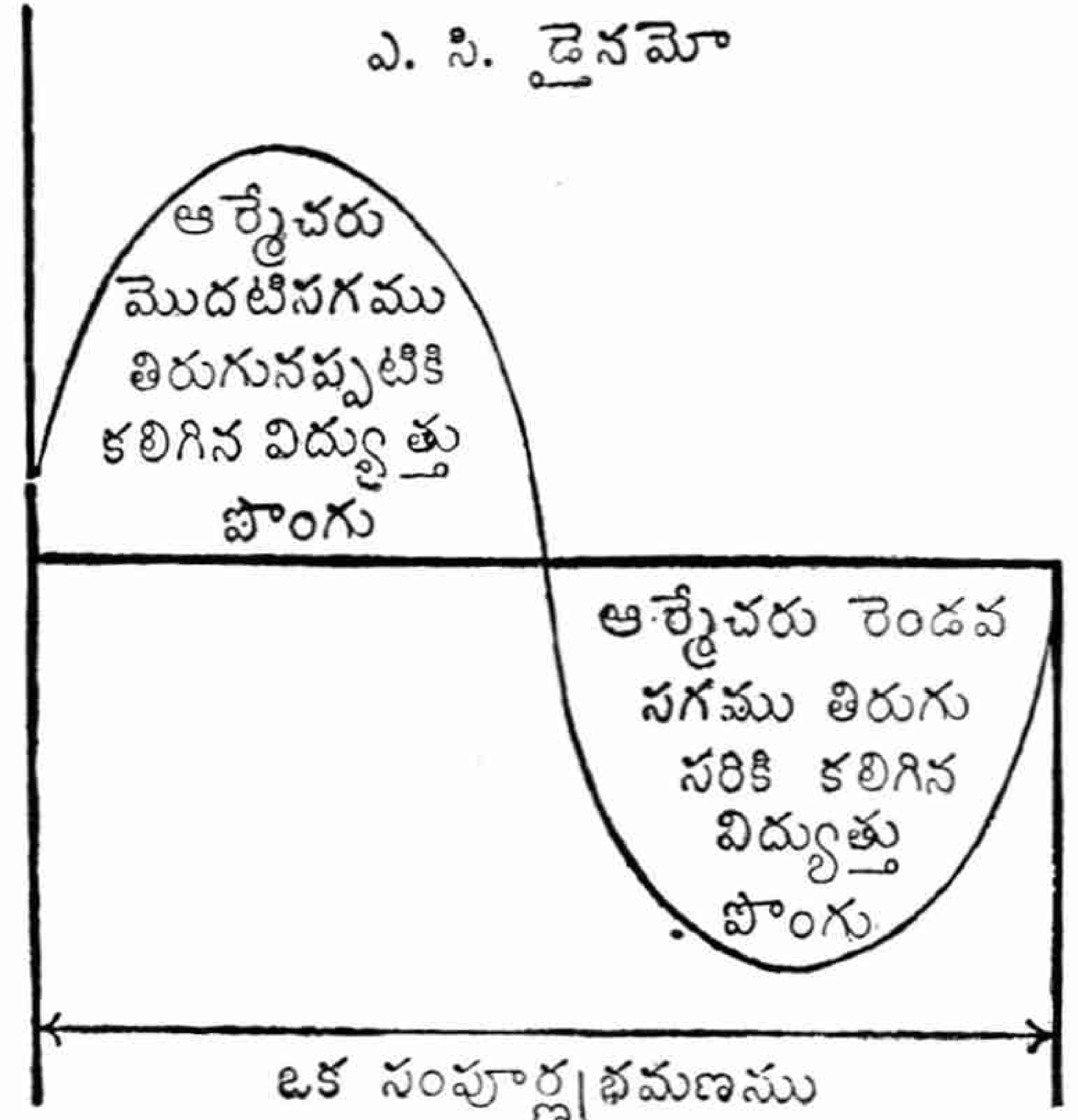
రెండు గుండ్రని రాగిపొన్నులకు అతుకబడియున్నవి. పై పొన్నులను రాచుకొనుచు 'ట', 'డ' లు అను రెండు కార్బన్ బ్రష్‌లు ఉన్నవి. అయస్కాంత క్షేత్రములో




1 వ చిత్రము

క, గ, అయస్కాంత ధ్రువములు; 1, 2, వంపుతీగ, చ, జ, తీగకొనలు (గుండ్రని రాగిపొన్నులకు అతుకబడినవి) ట, డ, కార్బన్ బ్రష్‌లు.

తిరుగునప్పుడు వంపుతీగలో ప్రేరేపితమగు విద్యుత్‌ను పొన్నుల ద్వారా, కార్బన్ బ్రష్‌లు సంగ్రహించి వెలుపలి తీగలకు చేరవేయును. ఒక వంపుతీగ ఆవరణములోని అయస్కాంత క్షేత్రమునకు మార్పుగలుగుచున్న వలయములో విద్యుత్ ప్రరోచిత మగుననుట సుప్రసిద్ధమగువిషయమే. పటములోని వంపుతీగలో 1 వ సగము క్రిందికిని 2 వ సగము పైకిని తిరుగుచున్నదనుకొనుడు. అయస్కాంత క్షేత్రములోని బలరేఖలు నట్టనడుమనుండునంత బలీయముగ అయస్కాంతమునకు ఎగువనుగాని, దిగువనుగాని ఉండవు. దూరముపోయినకొలది వానిబలము సన్నగిలు చుండును. కాబట్టి ఏదేనియంత్రసహాయముతో వంపుతీగ నిరంతరము తిరుగుచున్న అది అయస్కాంత క్షేత్రములో మిక్కిలిబలవంతమగుచోట ఒకక్షణమునందు, బలహీనమగుచోట మరుసటిక్షణమునందును ఉండుట తటస్థించును. క్షేత్రగతమైన కోణస్థానమునుబట్టి దాని ఆవరణములోని అయస్కాంతత్వముకూడ అనుక్షణము మారుచుండును. ఈ మార్పువలన తీగలో విద్యుత్ ప్రరోచితమై తీగ తిరుగుచున్న క్రమమునుబట్టి క్రమముగా పొంగుచు, క్రుంగుచు ఒకనిర్దిష్టమగుదిశలో ప్రవహించుచుండును. 1 వ సగము క్రిందికిని, 2 వ సగము పైకిని తిరుగుచున్న ప్రస్తుతసందర్భములో ప్రవాహగతి 1 నుండి 2 వ సగము వైపునకు ఉన్నదనుకొనుడు. వంపుతీగ నిట్టనిలువుగ అగువరకు తిరిగిన దనుకొనుడు. అచ్చట బలరేఖలు లేనికారణమున తీగలోని విద్యుత్‌ప్రవాహముకూడ కట్టుబడును. అటునుండి కదలి మరల వంపుతీగతిరుగుటలో, మొదటి 1 వ సగమున్నచోటికి 2 వ సగమును, మొదటి రెండవసగమున్నచోటికి 1వ సగమును వచ్చిన వనుకొనుము. అప్పుడు ప్రవాహగతికూడ తిరోముఖముదాల్చి ఎదురు తెన్నుగ - అనగా 2 వ సగమునుండి 1 వ సగము వైపు -

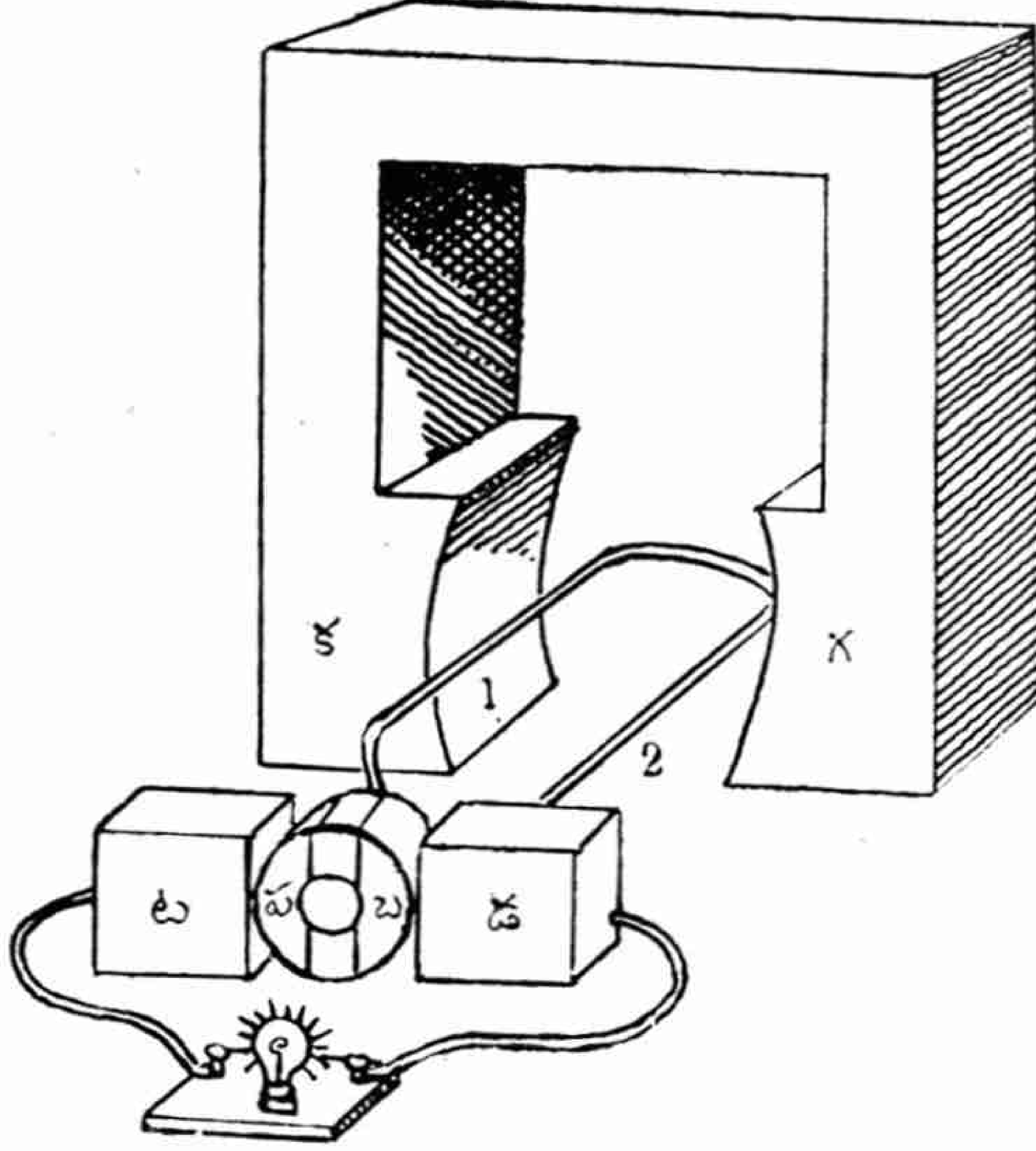



2 వ చిత్రము

ప్రవహింపసాగును. ఈ ప్రవాహగతిని రేఖాపటమున గుర్తించిన గోమూత్రికారేఖవలె ఎగుడుదిగుడుగ నుండును (2 వ చిత్రము). కనుక, అటువంటి ఎగుడుదిగుడు నడకగల విద్యుత్‌ను ఆవర్తివిద్యుత్‌ప్రవాహమనియు, దానిని వెలువరించు విద్యుజ్జనిత్రమును ఆవర్తివిద్యుజ్జనిత్రము అనియు అందురు.

డి. సి. డైనమో : 3 వ చిత్రమున 'క, గ' అను అయస్కాంత ధ్రువములమధ్యమున 1, 2 అని గుర్తించబడిన వంపుతీగతిరుగుచున్నది. కాని, ఈ చిత్రములో గుండ్రనిరాగిపొన్నులకు బదులు వంపుతీగకొనలు 'ప', 'బ' అను అరవంపు రాగికవచము (డిప్ప) లకు అతుకబడియున్నవి. ఈ (డిప్పలు) కవచములు విద్యుద్రోధకమగు ఒకగుండ్రని కట్టుపై నెక్కించబడును. ఆ కట్టు విద్యుజ్జనకపు నడిమి ఊచపై బిగించబడి ఉండును. కవచములు (డిప్పలు), కట్టు కలిసినభాగమును వ్యత్యయకము (కామ్యుటేటర్)

అందురు. 'ట', 'డ' అనునవి కార్బన్ బ్రష్‌లు. అవి వ్యత్యయకము ఆనుకొనియుండుట వలనను, వానికిని, బాహ్యావలయమునకును సంబంధముండుటవలనను, లోపలి వంపుతీగకును, బాహ్యావలయపు తీగలకును సంబంధము



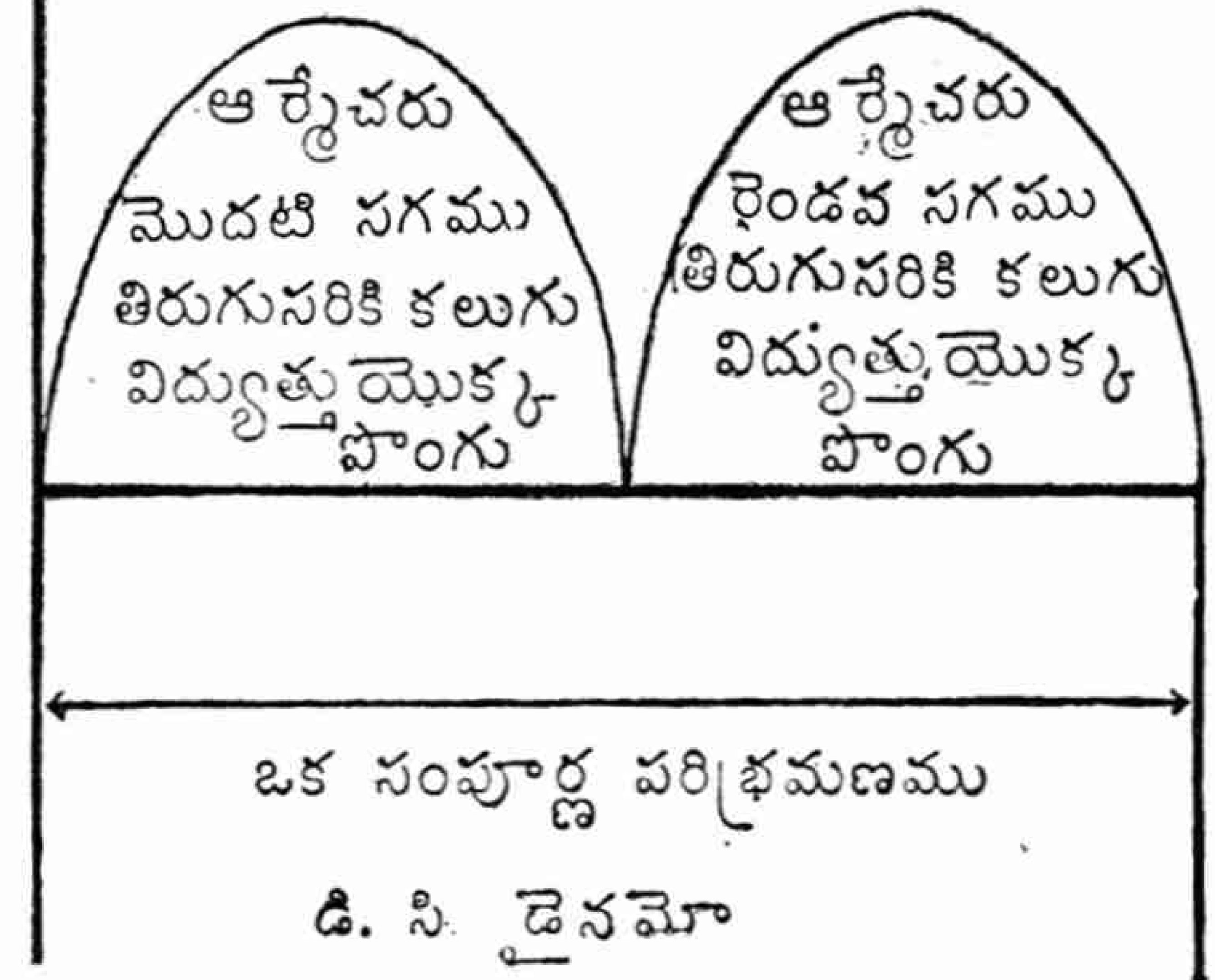

3 వ చిత్రము

క, గ : అయస్కాంత ధ్రువములు; 1, 2 : వంపుతీగ; ప, బ : వంపుతీగ కొనలు (రాగికవచమునకు అతుకబడినవి); ట, డ : కార్బన్ బ్రష్‌లు.

ఏర్పడి ఒకసంపూర్ణవలయము ఏర్పడుచున్నది. బయటి వలయమునందు వలయము పూర్ణముగ ఉండులాగున దీపములనుగాని, మరలనుగాని, అమర్చినచో అవి పని చేయగలవు.

ఆవర్తిత్రము (ఆల్టర్నేటర్)లో వలెనే ఋజువిద్యుజ్జనిత్రము (డి. సి. డైనమో)లో గూడ వంపుతీగ ప్రతి సరి భ్రమణమునకును, రెండువిద్యుత్ప్రవాహములు కలుగుచుండును. కాని, ఎల్లప్పుడు వంపుతీగతోబాటు దానికొనలకు అంటుకొనియున్న రాగికవచము (డిప్ప)ల స్థానము కూడ మారుచున్నందున 'ట', 'డ' కార్బన్ బ్రష్‌లు కూడ వాని సంఘాతమును ఎప్పటికప్పుడు మార్చుకొనుచుండును. దానివలన అయస్కాంతపు దక్షిణధ్రువము వైపున జరుగు విద్యుత్ కార్యము ఎల్లప్పుడు ఒక ప్రత్యేక బ్రష్‌నుండియే జరుగుచున్నందున విద్యుత్ ఒకేదిశలో ప్రవహించుచుండును.

విద్యుత్ ప్రవాహములు ఒకేదిశలో ప్రరోచితమగుచున్నను ప్రవాహమునకును, ప్రవాహమునకును నడుమనుండు అంతరమువలన విద్యుత్ప్రవాహము సాఫీగా నుండనిమాట నిజము. కాని వంపుతీగల సంఖ్యను ఎక్కువ చేయుటవలన ఒక్కొక్క పూర్ణపరిభ్రమణమునకు వెలువడగల ప్రవాహముల సంఖ్య అధికమగుట వలన వానినడుమనుండు అంతరముకూడ తగ్గును. దానివలన విద్యుత్ప్రవాహము నిరంతర ప్రాయమగును (చూ. నాలుగవ చిత్రము). విద్యుత్ క్షేత్రమును మరింత బలవంతముగ చేయుటకుగాను సహజకాంతములకు బదులు విద్యుజ్జనిత్రములో విద్యుత్ అయస్కాంతములను ఉపయోగింతురు.




4 వ చిత్రము

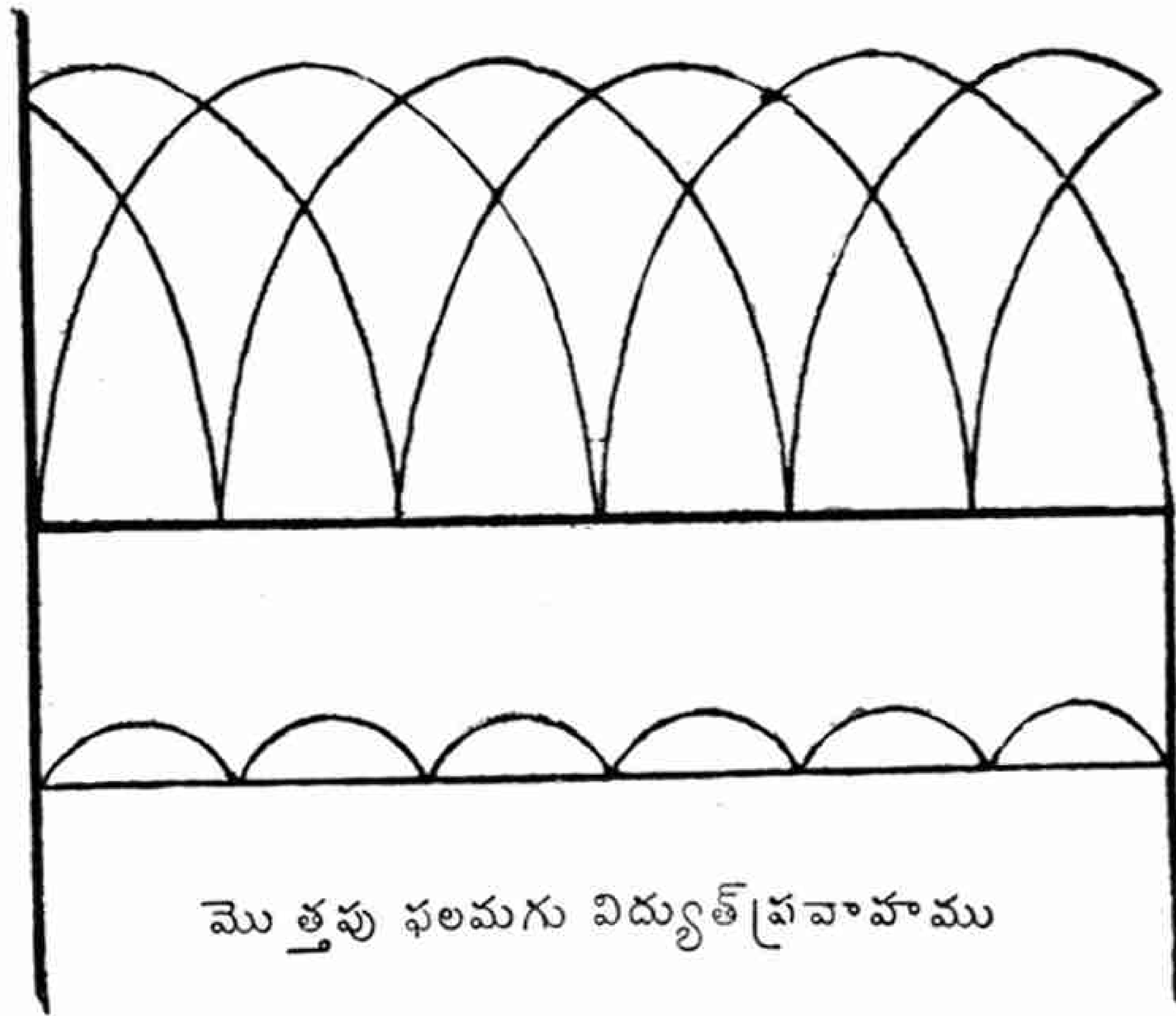
డైనమోలోని ప్రధాన భాగములు : విద్యుజ్జనిత్రము (డైనమో) ఎట్లు పనిచేయునది మొదలగు వివరములను గూర్చి పైని తెలిపియున్నాము. అందలి వివిధభాగములగూర్చి క్లుప్తముగ నిచ్చట తెలిపెదము.

ఆర్మేచరు : నడిమిఊచ, గర్భకందము కలిసి అప్పడములకర్రవలె ఏర్పడినభాగమును 'సంవాహకి' అందురు. ఆర్మేచరు అంతయు నడిమి ఊచపై నిర్మింప బడిఉండును. గుండ్రని ఇనుప రేకుబిళ్ళలు ఒకదానిప్రక్క నొకటిగ అదిమి ఊచపైని గుత్తిగ తొడగబడును. ఈ రేకుల బయటి అంచులలో నరదలు ఉండును. నరదలు అన్నియుకలసి ఒక గాడిగవచ్చులాగున రేకులను అమర్చి ఆ గాడులలో సంవాహకపు (ఆర్మేచరు) తీగను చుట్టి ఉంచుదురు. రేకునకును, రేకునకును మధ్యమున విద్యుత్‌నిరోధమగు వార్నీషుపూత ఉండును. ఆర్మేచరు తిరుగునప్పుడు బలిష్ఠమైన కేంద్రపరాఙ్ముఖ బలము అందుండి వెలువడును. వాని మూలమున తీగలు తమతమ కుదుళ్ళలోనుండి భ్రష్టములు కాకుండునట్లు విద్యుత్‌నిరోధకములగు మేకులతో అవి గర్భకందమునందలి గాడులలో బిగింపబడియుండును.

ఒకొక్కప్పుడు గర్భకందము చుట్టును దీనిపై ఒకఉక్కు తీగను చుట్టుదురు; దీనినే 'బేండింగు' అందురు.

వ్యత్యయకము : ఆర్మేచరులోవలె వ్యత్యయకము (కామ్యుటేటర్)లో రెండు రాగికవచములు (డిప్పలు) ఉండవు. ఆర్మేచరులో వంపుతీగలు ఎక్కువైనకొలది వానికి తగినట్లుగ రాగికవచము (డిప్ప)తో మరియొకటి తాకకుండులాగున వాని అంచుల నడుమ అభ్రకమును

ఆర్మేచరు వేష్టనములో పెక్కు వంపుతీగలున్నచో కలుగు విద్యుద్గతి



మొత్తపు ఫలమగు విద్యుత్ప్రవాహము

విద్యుత్నిరోధకముగ అమర్తురు. నడిమి ఊచకు, వ్యత్యయకమునకు సంబంధము కలుగకుండులాగున విద్యుత్ నిరోధకమగు వలయ మొకటి బిగించబడి ఉండును. వ్యత్యయకము, కవచము (డిప్ప)ల లోపలి ఎత్తు అంచులకు వంపుతీగల కొనలు తాపడము చేయబడును. తయారైన వ్యత్యయకము ఒక అంచులేని కొయ్యదారపుబండి వలె ఉండును.

క్షేత్రవేష్టనములు (ఫీల్డ్కాయిల్స్): సాధారణముగ చిన్న చిన్న డైనమోలందు క్షేత్రవేష్టనములు పార్శ్వవేష్టనము (షంట్ వైండింగ్) చేయబడియుండును. ఆర్మేచరు తీగ చుట్టలకు సమానాంతరముగ క్షేత్రతంత్రులనుకూడ చుట్టు పద్ధతిని పార్శ్వవేష్టనము అందురు. ఇందులో మూడు రకములు ఉన్నవి. మొదటి దానిలో ఒక్కటియు, రెండవ దానిలో రెండును, మూడవదానిలో నాలుగును క్షేత్ర తంత్రుల చుట్టలు ఉండును. వ్యవహారములో ఉండునది నాలుగుచుట్టల పద్ధతి. ధ్రువఖండములను సందిట పొదివి పట్టుకొని క్షేత్రతంత్రులు ఉండును. ఈ క్షేత్రవేష్టనము లోనికి విద్యుత్ ప్రసరించగనే వాటిమధ్యనున్న ఇనుప ముక్కలు విద్యుత్కాంతత్వమును పొందును. క్షేత్రవేష్టనములకు కావలసిన విద్యుత్నుకూడ డైనమోనుండి గ్రహించవచ్చును. కాని, ఇది ఋజుప్రవాహ (డి. సి) విద్యుజ్జనిత్రమునందు మాత్రమే సాధ్యపడును. ఏలన, డైనమోలోని ధ్రువఖండములను సక్రమముగ విద్యుత్కాంతత్వము కావించుటకు అవర్తి ప్రవాహవిద్యుజ్జనిత్రము (ఎ. సి. డైనమో)లోని క్షేత్రవేష్టనములకు మరియొక ఆధారమునుండి ఋజు ప్రవాహ (డి.సి.)విద్యుత్ను సరఫరా చేయవలసి ఉండును.

అయస్కాంతఖండముల చివర ఓరవంపుగనుండు అయస్కాంతపాదుకలు అమర్చబడి ఉండును. ఇవి బోరగానుండు ఆర్మేచరుపై బోరగిలపడినట్లు ఉండును వాని మధ్యమునునుండు అంతరము సాధ్యమైనంత సూక్ష్మముగ ఉండవలయును.

చట్రము : దీనిని ఆధారము చేసికొని తక్కినభాగము లన్నియు బిగింపబడియుండును; ఇది మద్దెలవలె ఉండును. దీనిలోపలి భాగమునందు అయస్కాంత ధ్రువములు భద్రముగ తాపడము చేయబడి ఉండును. మద్దెలకు ఇరువైపుల మూతలుగ ఏర్పడియున్న దళసరి బిళ్ళలయందు గుండు తిరుగుడుచీల (బాల్ బేరింగ్)ల పైని సంవాహకి (ఆర్మేచరు) అమర్చబడి ఉండును. వ్యత్యయకము ఉండు ప్రక్క మూతలో బ్రష్ గతివాహకము (బ్రష్ గేర్)లు ఉండును. దీనిని డైనమో పనిచేయకుండ ఉన్నప్పుడుకూడ బలహీనమగు అయస్కాంతత్వము చట్రమును ఆశ్రయించి ఉండును; దీనిని పరిశిష్ట అయస్కాంతత్వము అందురు. దీనిని ఆధారము చేసికొని డైనమో పనిచేయునపుడు అందులో ఉత్పత్తిఅగు వేడిమిని చల్లార్చుటకై అందే ఒకచిన్న పంకాయును, గాలిరాకపోకలకై పెక్కు ద్వారములును అమర్చబడి ఉండును.

కార్బన్ బ్రష్లు : ఆర్మేచరులో ప్రరోచితమగు ప్రవాహమును, వ్యత్యయకము నుండి సంగ్రహించి, బాహ్య తంత్రీమండలమునకు చేర్చుటకు ఇవి ఉపయోగించును. తగు మాత్రముగ వీనిని వ్యత్యయకములపైన అదిమిపెట్టి ఉంచుటకు ఈ ముక్కల వెనుక స్ప్రింగ్లు ఉండును. ఒకొక్కక్క కార్బన్బ్రష్ని గ్రహించి అందీయగల విద్యుత్నకు ఒక పరిమితియున్నది. ఆ పరిమితి ననుసరించియు డైనమోలో ఉత్పత్తియగు విద్యుత్ఉద్ధతినిబట్టియు అందు అమర్చబడవలసిన కార్బన్ బ్రష్ల సంఖ్య నిర్ణయింపబడును. కొన్ని సందర్భములలో కావలసిన వానికంటె మరొకటి ఎక్కువగా అమర్చుటకూడ కలదు. ఆర్మేచరు పరిభ్రమణ వేగము ఎంత ఎక్కువగ నున్నను, డైనమో నుండి వెలువడు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు పోటు కలుగ కుండులాగున దానిని అదుపులో ఉంచుటకై ఈ అదనపు

కార్బన్ బ్రష్ ఉపయోగపడును. సాధారణముగ చిన్న చిన్న డైనమోలలో క్షేత్రమండలము స్థిరముగను, ఆర్మే చరుతిరుగునదిగను ఉండును. కాని, పెద్ద పెద్ద డైనమోలలో ఆర్మేచరు స్థిరముగనుండి, క్షేత్రమండలము తిరుగునదిగ ఉండును. మనము ఈ నాడు విద్యుత్ యుగములో జీవించుచున్నాము. ఈ యుగమునకెల్ల పట్టుకొమ్మయైనది విద్యుజ్జనిత్రమే (డైనమో). కొ. సు. రా.

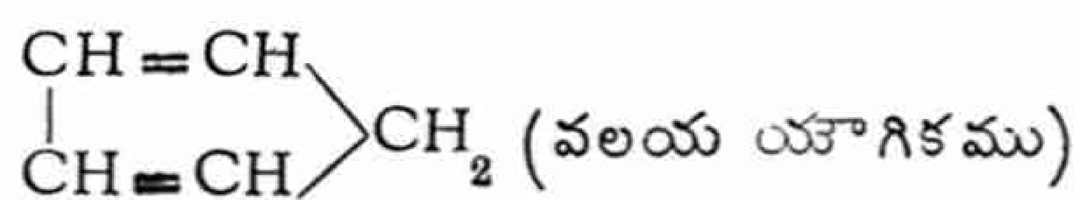
**డైపోల్ మోమెంట్ :** చూ: ద్విధ్రువమోమెంట్.

**డైయీన్ సంయోజన ప్రక్రియ :** మధ్యనొక ఏక బంధము, ఇటునటు రెండు ద్విబంధములుగల అసంతృప్త కార్బన్ యౌగికములకు 'డైయీన్' అని పేరు.



$CH_2 = CH - CH = CH_2$ (వివృత శృంఖలము)

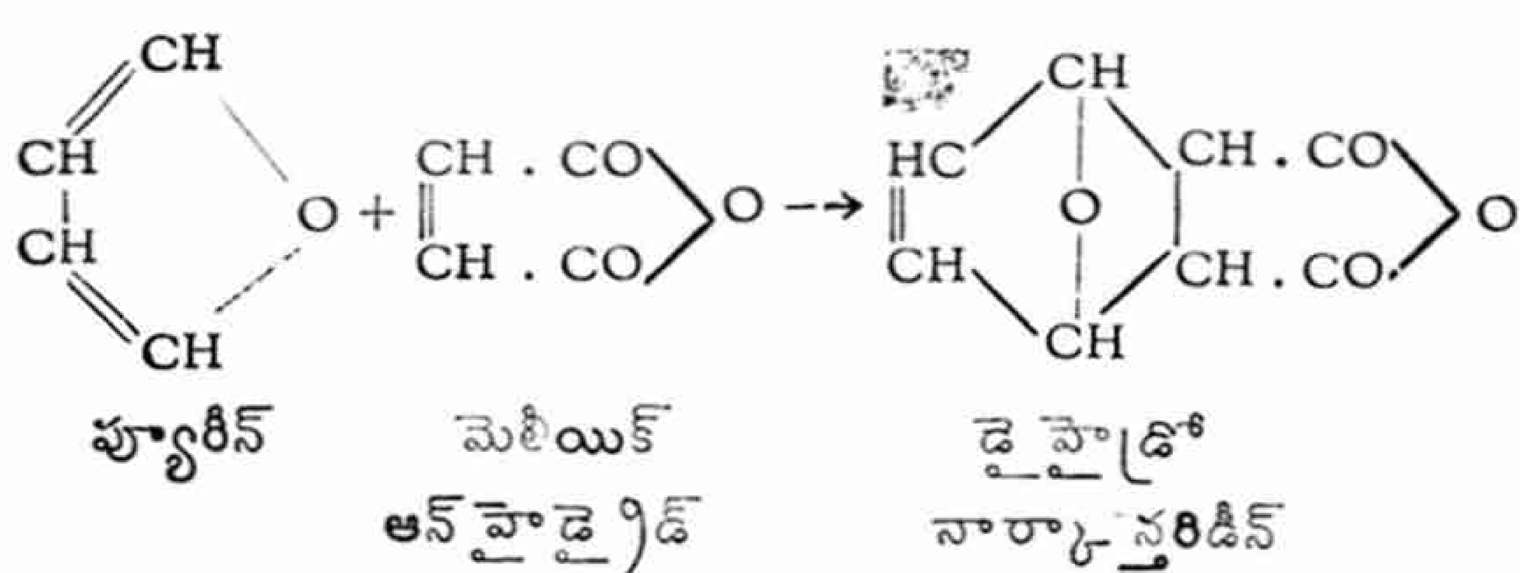
బూటాడైయీన్



(వలయ యౌగికము)

పెంటాడైయీన్

ఇట్టి బంధమునకు సముచ్చిత ద్విబంధము అనిపేరు. ఇట్టి యౌగికములు వాటి అసంతృప్తగుణము కారణముగ అనేక విధములగు కార్బన్ యౌగికములతో కలసి వివిధ ములగు వలయ యౌగికముల, బహువలయ యౌగికముల, మధ్యవంతెనగల వలయ యౌగికములను ఇచ్చును. ఈ సంయోజన ప్రక్రియను కనుగొనినవారు డీల్స్, ఆల్డర్ (1928) అను జర్మను రాసాయనికులు. ఈ సంయోజన కార్యము పార్శ్వ స్థములగు రెండు కార్బాక్సిల్ గణము లున్న మెలియిక్ అన్హైడ్రైడ్ వంటి యౌగికములతో అతి సుకరముగ జరుగును.




ఫ్యూరీన్ — మెలియిక్ అన్హైడ్రైడ్ — డైహైడ్రో నార్కాన్తరిడీన్

మే. వ. స.

**డోయిట్రాన్ :** హైడ్రోజన్ కేంద్రకమునకు ప్రోటాన్ అని పేరున్నట్లు డోయిటీరియమ్ (గురు హైడ్రోజన్) యొక్క కేంద్రకమునకు 'డోయిట్రాన్' అని పేరు. ఇందు ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ ఉండును; వాటి బంధితశక్తి 2·227 Mev. పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తిలో డోయిట్రాన్ వినియోగము విరివిగా ఉన్నది.

***

**డ్యూమా, జీన్ బాప్టిస్టే ఆంద్రి (1800-84) :** ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు. జినీవాలో రాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించి ఇరువదేండ్ల వయస్సునకు ముందే ఆ శాస్త్రములో నూతన పరిశోధనలను ఆరంభించెను. 1824 లో



జీన్ బాప్టిస్టే ఆంద్రి డ్యూమా

ఎనాలిజ్ డెజ్ సైన్సెస్ నేచురాలిజ్ అను పత్రికను స్థాపించెను. సార్బోన్ యూనివర్సిటీయందు ఆచార్య పదవిని నధిష్టించిన కాలమందు అనేక మంది శిష్యులనతడు ప్రోగుచేసెను. కార్బన్ యౌగికానుశీలనలో అతడు కనిపెట్టిన ప్రతిస్థాపన నియమము వాయువుల, బాష్పముల సాంద్రతను నిర్ణయించుటకు ఆతడు ప్రవేశపెట్టిన విధానములతో పాటు నాటి పరమాణు సిద్ధాంతమును శోధించుటయందు మిక్కిలి ఉపకరించినది. మే. వ. స.

**డ్యూమా విధానము** (వాయు సాంద్రత నిర్ణయ విధానము) : చూ. అణుభార నిర్ణయము ; పు. 126.

**తగరము :** తగరమునకు 'వంగము' 'సత్తు' అని లోక వ్యవహారము. ఇంగ్లీషులో 'టిన్' అందురు. శాస్త్రనామము స్టానస్ - స్టానిక్. ఆవర్తక్రమములో 4 వది అగు కార్బన్ వర్గమునకు చెందిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 50 ; సంకేతము Sn ; పరమాణుభారము 118.70.

నేడు తగరము ముఖ్యముగా దొరకు దేశములు సాగ్సనీ, బొహిమియా (యూరప్); బొలీవియా (దక్షిణ అమెరికా); బాంకాక్, మలాకా (ఆసియా ఆర్కిపెలగో), ఆస్ట్రేలియా, మెక్సికో, అలాస్కా దేశములు. ఇండియాలో తగరపు గనులు లేవు.

ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన ఖనిజము 'టిన్ స్టోన్' (కాసిటెరైట్). రాసాయనికముగా ఇది టిన్ డై ఆక్సైడ్ ($SnO_2$). ఇది ధాతుసాధనకు మిక్కిలి సులభమైన ముడి ఖనిజము. ఖనిజమును నేలబొగ్గుతో ఆక్సీహరించిన తగరము ధాతువు లభించును. ($SnO_2 + 2C \longrightarrow Sn + 2CO$) ధాతువును కరగించి ఏటవాలుబల్లపై ప్రవహింపనిచ్చినచో శుద్ధమైనధాతువు క్రిందికి దిగజారి, మలినములు బల్లపై నిలచిపోవును. ఇంకను శేషించిన మలినపదార్థములను తొలగించుటకు ద్రవీకరించినధాతువును పచ్చికర్రలతో మధింతురు. బొగ్గగుచున్నకర్రల కొనలపై మలినములు

అంటుకొని పైన తెట్టుకట్టును. తెట్టుతీసివేసి శుద్ధమైన తగరమును తయారుచేయుదురు.

భౌతిక ధర్మములు : వెండివంటి తెల్లని ధాతువు ; మెత్తనై సులభముగా కరుగును. ద్రవాంకము 231.9°C క్వథనాంకము 2270°C ; విశిష్ట గురుత్వము 5.77 బూడిద రంగుగల ఆల్ఫారూపము ; (7.29 తెల్లటి బీటారూపము).

రాసాయనికగుణములు : వాతావరణములో సాధారణ తాపక్రమములవద్ద తడిగాలి సోకినను మారదు. చాలసేపు ద్రవాంకముకన్న కొంచెము హెచ్చుతాపక్రమమున వేడి చేసిన ద్రవముపైని బూడిదరంగుపొర ఒకటి ఏర్పడును. ఇది టిన్ఆక్సైడ్ ; ఆ వాతావరణలోనున్న ఆక్సిజన్‌తో కలిసి ఏర్పడినది. ఇంకను హెచ్చుతాపక్రమములో తగరము తెల్లనికాంతితో మండి భస్మముగా మారును.

ఈధాతువు సాంద్రహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగి హైడ్రోజన్‌ని విడిపించును. సాంద్రనైట్రిక్ ఆసిడ్ తగరమును తెల్లటిచూర్ణముగా మార్చును. దీనికి మెటాస్టానిక్ ఆసిడ్ అని పేరు. సాంద్రసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో విలీనమై స్టానస్ సల్ఫేట్ ఏర్పడును. తగరముతోకలిపిన ధాతుమిశ్రములు అనేకములు వ్యాపారసరణిలో తయారుచేయబడుచున్నవి:

అందు ముఖ్యమైనవి 1. సోల్డర్; 2. ఫ్యూటర్; 3. బేరింగ్ ధాతువు; 4. కంచు.

టంకమిశ్రము : సోల్డర్ నందు సీసము, తగరము సమ భాగములలో ఉండును.

ఫ్యూటర్ : పాత్రలకు ఉపయోగపడు ఈ ధాతుమిశ్రములో 75% తగరము, 25% సీసము కలిసి ఉండును. టైపు (అచ్చుఅక్షరముల) ధాతువులో 75% సీసము, 5% తగరము, 20% ఆంటిమోని ఉండును.

బేరింగ్‌ధాతువు : యంత్రముల ఇరుసులపై కందెనగా ఉపయోగపడు ధాతుమిశ్రము. దీనిలో 82% తగరము, 14% ఆంటిమోని, 4% రాగి ఉండును.

కంచు : చూ. రాగి.

కంచుయొక్క యోజనీయత రెండు విధములుగా నున్నది ; రెండు, నాల్గు. అందువలన రెండు రకముల యౌగికములను ఇచ్చును. వాటికి (i) స్టానస్, (ii) స్టానిక్ యౌగికము అని పేరు.

స్టానస్‌యౌగికములు : (i) స్టానస్ఆక్సైడ్ (SnO) బూడిదరంగు ; (ii) స్టానస్‌క్లోరైడ్ ($SnCl_2$) రంగులేనిది; (iii) స్టానస్‌సల్ఫైడ్ (SnS) కాఫీపొడిరంగుగలది.

స్టానిక్‌యౌగికములు : (i) స్టానిక్ఆక్సైడ్ ($SnO_2$) ఖనిజముగా దొరుకునది ఇదియే ; రంగులేని చూర్ణము. (ii) స్టానిక్‌క్లోరైడ్ రంగులేనిద్రవద్రవ్యము; క్వథనాంకము 114°C. (iii) స్టానిక్‌సల్ఫైడ్ పసుపురంగు. మోజాయిక్ గోల్డు (బంగారము) అను పేర ఖనిజముగా దొరకును.

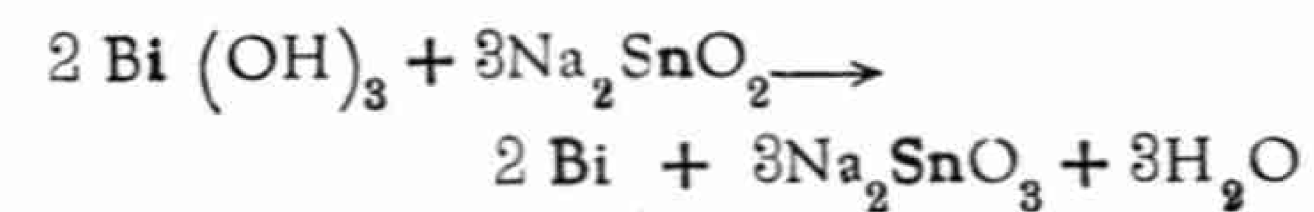
విశేషపరిస్థితులలో తగరము హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించి $CH_4$ తో సరిపోల్చుటకువీలైన వాయుద్రవ్యమొక దానిని ($SnH_4$) ఇచ్చును.

స్టానైట్‌లు, స్టానేట్ : స్టానస్, స్టానిక్, ఆక్సైడ్‌లు అమ్లములుగ ఆచరించుగుణముగలవగుటచే ఇవి క్షారములలో కరగి, తగరము అమ్లగణములో ఇమిడియున్న లవణములు ఏర్పడును. స్టానస్ఆక్సైడ్‌నుండి లభ్యమగు లవణములకు స్టానైట్‌లు అనియు, స్టానిక్ఆక్సైడ్‌నుండి లభ్యమగువాటికి స్టానేట్‌లనియు పేర్లు.

స్టానైట్‌లు-సోడియమ్‌స్టానైట్‌లు :

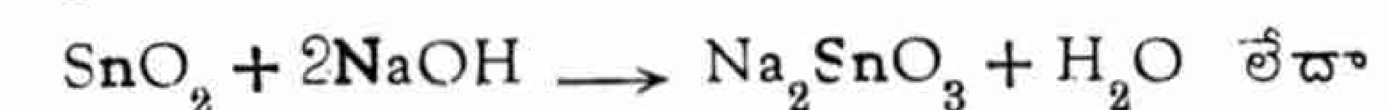

$$SnO + 2NaOH \longrightarrow Na_2SnO_2 + H_2O$$

ఇట్లే పొటాసియమ్ లవణమునుకూడ సాధించవచ్చును. ఈ స్టానైట్‌లు ప్రబలఆక్సీహారణసాధనములు. సోడియమ్ స్టానైట్ బిస్మత్తు హైడ్రాక్సైడ్‌ను బిస్మత్తుధాతువుగ ఆక్సీహారించును :


$$2\,Bi\,(OH)_3 + 3Na_2SnO_2 \longrightarrow 2\,Bi + 3Na_2SnO_3 + 3H_2O$$

ఈప్రక్రియలో బిస్మత్తుధాతువు నల్లటి సూక్ష్మవిభక్త చూర్ణముగ అవక్షిప్తమగును. ఈప్రక్రియను గుణాత్మక విశ్లేషణమందు బిస్మత్తును గుర్తించుటకు వాడుదురు.

స్టానేట్‌లు-సోడియమ్, పొటాసియమ్ స్టానేట్‌లు :

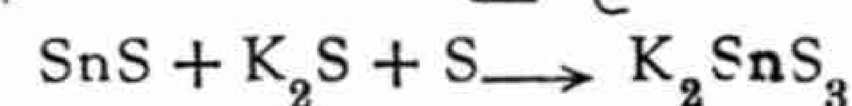

$$SnO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SnO_3 + H_2O$$ లేదా


$$SnO_2 + 2KOH \longrightarrow K_2SnO_3 + H_2O$$

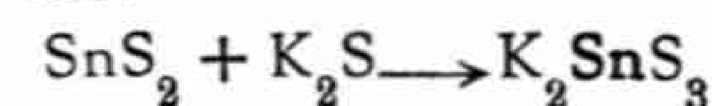
సోడియమ్‌స్టానేట్ పారిశ్రామికముగా కాలికోకు రంగద్దుటకు ఉపయోగపడుచున్నది.

కాస్టిక్ సోడా + సోడియమ్ నైట్రేట్ + సోడియమ్ క్లోరైడ్‌ల మిశ్రముతో తగరమును కరగించి దీనిని పారిశ్రామికముగ తయారుచేయుచున్నారు.

తయోస్టానేట్‌లు : స్టానస్‌సల్ఫైడ్, క్షారసల్ఫైడ్‌లలో గంధకసంపర్కమునగాని కరుగదు. అనగా క్షారపాలీసల్ఫైడ్‌లే దీనికి ఉచితమైనద్రావములు :


$$SnS + K_2S + S \longrightarrow K_2SnS_3$$

పైనిచూపిన సాంకేతికము పొటాసియమ్‌తయోస్టానేట్ ఎట్లు తయారగునో చూపును. స్టానిక్‌సల్ఫైడ్ ($SnS_2$) క్షారసల్ఫైడ్‌లలో కరగి తయోస్టానేట్‌లను ఇచ్చును :


$$SnS_2 + K_2S \longrightarrow K_2SnS_3$$

తయోస్టానేట్‌లకు అమ్లములను చేర్చినపుడు తొలిని అస్థిరమైన తయోస్టానిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడి, అది హైడ్రోజన్

సలైఫ్డ్ వాయువుగాను, స్టానిక్ సలైఫ్డ్ అవశేషముగాను విడివడును (చూ. కార్బన్ వర్గము ; పు. 272).

**తటస్థీకరణోష్ణత:** చూ. తాపరాసాయనికశాస్త్రము.

**తరంగచలనము :** ఒకే స్థలమందు కాలక్రమమున వచ్చు మార్పులకును, ఒకేకాలమందు స్థలాంతరములందు వచ్చు మార్పులకును సంబంధమున్నపుడు ఆ స్థలములమధ్య తరంగచలనము కలుగునని అందుము.

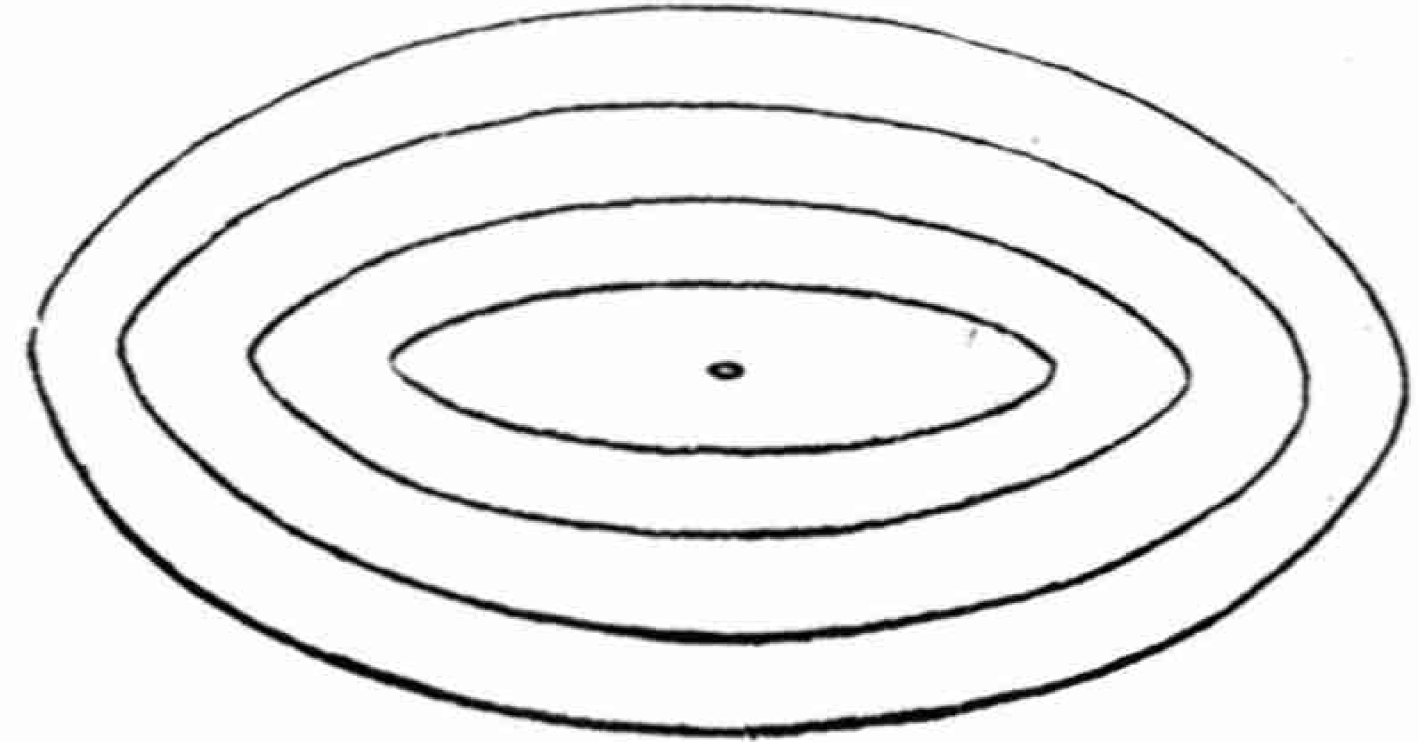
ప్రశాంతముగ నున్న సరస్సులో ఒకరాయిని వేసినా మనుకొనుడు. వేసినచోట సద్యఃఫలితముగ, చదునుగా ఉన్న నీటి ఉపరిభాగము వంగి ఒకపల్లము ఏర్పడును. ఆ పల్లమును నింపుటకు చుట్టునున్న స్థలములనుండి నీరు ప్రవహించి ఆ పల్లముల నింపుటయేగాక, ఆనింపు ప్రక్రియలో ఇదివరకెంత పల్లము ఏర్పడినదో అంతనీటిమిట్ట ఏర్పడును. ఆమిట్ట భూమిగురుత్వాకర్షణ బలమునకును, నీటితలతన్యతా బలమునకును ఆగలేక, కూలిపోయి, ఆ కూలిపోవుటలో కలిగిన గమనముతో మరల పల్లముగా ఏర్పడును. ఈ రీతిగా రాతిచేత చెదర్చబడిన ప్రదేశము పైకి క్రిందికి ఊగుచుండును.

మనదృష్టిని ఇంతవరకు రాయివేసిన స్థలముపైననే కేంద్రీకరించినాము. చుట్టును ఏమి జరుగుచున్నదో గమనించుదము. పల్లము నిండి మిట్ట ఏర్పడుటకు పరిసరములలో నున్న నీరు ప్రవహించినది. కనుక, రాయిపడిన స్థలమునకు చుట్టును వలయాకారపు పల్లము ఉండవలెను. ఈ పల్లమును నింపుటకు, ఈ వలయాకారము బయటనుండి మరల నీరు ప్రవహించి మరియొక వలయాకారపు పల్లము ఏర్పడవలెను. ఈ తీరుగ రానురాను సరస్సంతయు వలయాకారపు మిట్టలతో కూడ నిండి ఉండవలెను. ఏమన, మొదటి వలయాకారపు పల్లమును నింపుటకు ప్రవహించిన నీరు పల్లము నక్కడ నింపుటయేగాక వలయాకారపు మిట్టగాకూడ కన్పట్టును. కనుక సరస్సు మధ్యలో పుట్టిన ఈ మిట్టపల్లములు సరస్సంతయును వ్యాపించిపోయినవి. ఇటుల విస్తరించుకొనిన యానకములో నొకచోట మనముచేసిన అలజడి యానకమంతయు వ్యాపించుటకే 'తరంగచలన' మందురు.



ఒకే సమయమున సరస్సునంతయు కలియజూచినచో రాయివేసిన స్థలమునకు సమానదూరములలో వలయాకారపు మిట్టపల్లములు ఒకదాని తరువాత ఒకటి అగుపడును. వరుసగానున్న రెండు మిట్టలమధ్య దూరమునుగాని లేదా, రెండు పల్లముల మధ్యదూరమునుగాని తరంగదైర్ఘ్యమందురు. మరు నిముసమున చూచినచో వెనుకటివలెనే వలయాకారపు మిట్టపల్లములు అగుపడును. కాని, మునుపటి పల్లములు మిట్టలుగను, మునుపటిమిట్టలు పల్లములుగను మారి అగుపడును. అనగా, మిట్టపల్లముల పంక్తి ముందుకు సాగిపోయినవి; ఈ సాగిపోవు వేగమునకు తరంగవ్యాప్తివేగము అందుము.

తరంగవ్యాప్తివేగమునకును, తరంగదైర్ఘ్యమునకును ఒకసంబంధమున్నది. ఆ సంబంధము నీరుపైకి, క్రిందికి

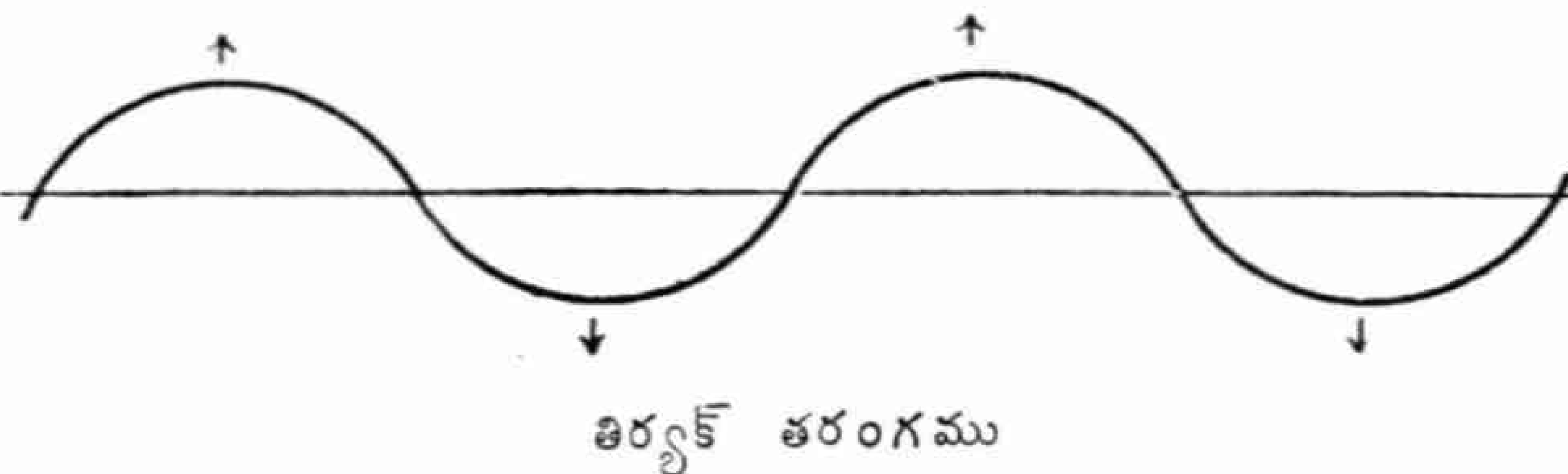


నీటితరంగవలయములు

ఊగు డోలన వ్యవధినిబట్టి ఉండును. నీరు సెకనుకు 'స' సార్లు డోలనముచేయునదైన, తరంగదైర్ఘ్యము 'ద' అనుకొన్న తరంగవ్యాప్తి వేగము, వే = స × ద అని వ్రాయ నగును.

విస్తృతమైన యానకములో తరంగవ్యాప్తి ఆ యానకముయొక్క రెండు సహజగుణములవలన కలుగుచున్నది. 1. స్థితిస్థాపకత, 2. జడత్వము. వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణములోగాని, ఆకారములోగాని, మార్పు తెచ్చుటకు యత్నము చేసినపుడు, వస్తువు తన సహజఘన పరిమాణములో ఉండుటకును, తన సహజఆకారమును పొందుటకును యత్నించును. ఆ గుణమును 'స్థితిస్థాపకత' అందురు. ఈ యత్నించునపుడు జనించు బలములను స్థితిస్థాపకబలములు అందురు. వీటిని 1. ఘనపరిమాణ స్థితిస్థాపక బలములు, 2. ఆకారస్థితి స్థాపకబలములు అని రెండు విధములుగ నెంచవచ్చును. నీటిలో పల్లములు ఏర్పడినప్పుడును, మిట్ట ఏర్పడినపుడును, పనిచేసిన బలములు మూడు రకములు : 1. నీటిస్థితి స్థాపకబలము; 2. నీటిపై

గురుత్వాకర్షణ బలము; 3. నీటి తలతన్యతా బలము. పై బలముల ప్రేరణలేనిదే, చలించుచున్న వస్తువుయందుగాని, స్థిరముగానున్న వస్తువుయందుగాని మార్పును ప్రతిఘటించు గుణమునకు జడత్వమని పేరు. ఈ రెండు గుణములవలన విస్తృత యానకములో ఏదేని భాగమును కదల్చిన, ఆ భాగము స్పందించుటయును, ఆ స్పందనము యానకమంతయు ఆవరించుటయును కలుగును. తరంగవ్యాప్తి రెండు రకములుగ జరుగవచ్చును. విస్తృతయానకమందు తరంగము వ్యాపించుచుండగా యానకముయొక్క ప్రతిభాగమును స్పందించు చుండును. ఈ స్పందించుదిశ తరంగ వ్యాప్తివైపే జరుగవచ్చును. లేదా ఆ దిశకు లంబముగా నున్న దిశయందైనను జరుగవచ్చును. పైని వర్ణించిన జలతరంగవ్యాప్తి రెండవతరగతికి చెందినది. ఇట్టి తరంగ వ్యాప్తిని 'తిర్యక్‌తరంగ వ్యాప్తి' అందురు. స్పందనదిశయు, తరంగవ్యాప్తి దిశయును ఒకటియే అయినచో దానిని అనుదైర్ఘ్య తరంగ. వ్యాప్తి అందురు. ఇట్టి వ్యాప్తి ధ్వని తరంగముల యందు కననగును.



తిర్యక్ తరంగము

తరంగ విషయమున ముఖ్యముగా ఒక సంగతి గమనించవలెను. అది ఏమన, యానకములోని ప్రతిభాగమును, తన స్వస్థలము విడిచిపెట్టకుండయే స్పందించు చుండును.

కాని, తరంగవ్యాప్తితోబాటు ఆ భాగములు ఒకచోటు నుండి మరియొకచోటునకు కదలవు. ఏమన, ఒక బెండు వంటి వస్తువును ఆ నీటిపై తేలనిచ్చిన తరంగములు వ్యాపించునట్లు కనిపించినను బెండుమట్టుకు ఒక్కచోటనే పైకి, క్రిందకు కదలుచుండును. అంతేగాని, తరంగముతో గూడ అదిపోదు. తరంగవ్యాప్తి వలన ఏమి వ్యాపించినదని ప్రశ్నవేసిన ప్రకంపనశక్తి వ్యాపించినదని చెప్పవచ్చును.

భౌతిక విజ్ఞానములో ముఖ్యముగా శబ్దము, కాంతి ఎట్లు వ్యాపించునో తెలిసికొనుటకు తరంగముల ప్రసక్తి ఆవశ్యకము. వస్తుప్రకంపనము వలన శబ్దము కలుగును. అది సెకనుకు 30 నుండి 30,000 వరకు కంపించినపుడే శబ్దముగా మనకు వినబడును. ప్రకంపించు వస్తువునకుండు శక్తి రెండు శక్తుల సమ్మేళనము.

అందొకటి స్థితిజశక్తి; రెండవది గతిజశక్తి. ఆశక్తి శ్రవణేంద్రియమువరకు వ్యాపించినది. శ్రవణేంద్రియములోని ఒక సన్నని పొరను ఆ శక్తి తాకి శబ్దముగా మనకు తోచినది. అందువలన శబ్దప్రసారమనగా ప్రకంపనశక్తి ఒకచోటు నుంచి మరొక చోటునకు ప్రసరించుటయని గ్రహింపవలెను. ఈ ప్రసారమెట్లు జరుగును? అని ప్రశ్న.

శబ్దోత్పత్తి స్థానమునకు, శ్రవణేంద్రియమునకు మధ్య విస్తృతమైన వాయుయానకము ఉన్నది. ఈ వాయువు శబ్దించువస్తువు యొక్క ప్రకంపనము వలన సంకోచమొందుచు విరళీకరణ మొందును. శబ్దస్పందనము ఎంతతరచుగా జరుగునో, అంత తరచుగనే సంకోచ, విరళీకరణములు జరుగును. ఇవి ప్రకంపించు వస్తుపరిసరములలో బయలుదేరి, అన్ని దెసల వ్యాపించును. కనుక, శబ్దము తరంగములవలన వ్యాప్తినందుచున్నదని తేలుచున్నది. అంతేగాక, విస్తృతయానకములో జరిగెడి సంకోచవిరళీకరణములు స్పందనపుదిశ, శబ్దవ్యాపకపుదిశతో ఏకీభవించును. అందువలన, ఈ తరంగము అనుదైర్ఘ్యతరంగ వ్యాప్తిజాతికి చెందినది.

ఇట్టి వ్యాప్తికి వాయువుయొక్క ఆయతనస్థితిస్థాపక గుణమున్ను, దాని జడత్వగుణమున్ను ఉపకరించినవి. శబ్దము గాలిలో అలల మూలముగా వ్యాపకముచెందుచున్నదని చెప్పుటకు ప్రత్యక్ష ప్రమాణములు చూపుట కష్టముగాని, అట్లనుకొనిన వచ్చెడి కొన్ని ఫలితములను జూపవచ్చును :

ఉదా : ఒకే తరంగదైర్ఘ్యముగల రెండు తరంగములు, ఒకే మార్గమున వ్యతిరేకదిశల వ్యాపించుచున్న ఈ తరంగములు సమ్మేళనము వలన వీనిమార్గమందు కొన్నిస్థలములు స్తబ్ధత్వము వహించియు, మరికొన్ని స్థలములు మిక్కుటమైన డోలనపరిమితిలో స్పందించుచుండవలెను. రెండు వరుసగానున్న అస్పందస్థానముల మధ్య దూరము, రెండు వరుసగానున్న ప్రస్పందస్థానముల మధ్యదూరము సమానములు. ఈ రెండును ఈస్థిరస్పందనమునకు కారణభూతములై వ్యాపించు తరంగముల తరంగదైర్ఘ్యములో సగముగా ఉండవలెను. ఇట్టిది శబ్దవిషయములో చూపించ గలిగిన, శబ్దము తరంగములచే వ్యాప్తినొందుచున్నదని ఎంచవచ్చును.

గాల్టన్ ఊషను ఒకదానిని ఒక ఫలకమునకు కొంచెము దూరములో ఊదినచో ఆశబ్దము ఫలకముచేత పరావర్తితమగును. ఫలకమును తాకెడి తరంగములును, పరావర్తిత తరంగములును కలిసి ఊష ఫలకములమధ్య స్థిరస్పందనమును కలుగజేయును. అనగా, కొన్నిస్థలములు చలనములేనివై ఉండును. వీనిని గుర్తించుటకు ఒక శబ్దదర్శకదీపమును ఉపయోగించెదరు. ఇది ఉన్నచోట గాలిలో

ఏ మాత్రము చలనమున్నను, శబ్దముచేయుచు మండును. నిశ్చలమైనచోట శాంతముగా వెలుగును.

**కాంతి :** కాంతికూడ తరంగ రూపముననే వ్యాపించుననియు, కాంతితరంగములు తిర్యక్ తరంగములనియు, మొదలుగాగల విషయములు ' కాంతి ' అను శీర్షికయందు చూడనగును (చూ. పు. 240). ఎమ్. రా.

**తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము-I :** క్వాంటం వాదము పరమాణు రచనను గురించిన సమస్యల కొన్నిటిని పరిష్కరించుటకు సమర్థమై నేటివరకు నిలచి ఉన్నను చాల కాలము క్రిందటనే అది సాధించిన పరిష్కారము తాత్కాలికమనియు, దాని సిద్ధాంతమూలముల పునఃపరిశోధనమునకు గురిచేసి అంతకన్న మౌలికమగు పరిష్కారమావశ్యకమనియు పరిగణింపబడ జొచ్చినది.

సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్ర నియమములకును క్వాంటం సిద్ధాంతమునకును మధ్య విజృంభించియున్న అగాధాఖాతముపై సేతువువలె ఆచరించగల కల్పన ఏదియు లేకపోవుట మొదటి అసంతృప్తికర పరిస్థితి. కాంతి ప్రసారమువంటి విద్యుదయస్కాంత సంఘటనలను వివరించు మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములు, సాతత్యభావ మూలములని కొన్ని ప్రయోగలబ్ధఫలితములు స్పష్టముగ సూచించుచున్నవి. అల్లే మరికొన్ని ప్రయోగలబ్ధ ఫలితములు విద్యుదయస్కాంత వికిరణశక్తి అణువులచే, పరమాణువులచే కణశః (అనగా సాంతరముగ) విచూషితముగాని విసర్జితముగాని అగుచున్నదని అంత స్పష్టముగ చూపుచున్నవి. అందువలన ఒక వైపు అణువులందు, పరమాణువులందు ఉన్న శక్తి, మరియొక వైపు కాంతి ప్రసారమందు గోచరమగుశక్తి, ఈ రెండిటి స్వభావముల మధ్య గన్పట్టు మౌలిక వ్యత్యాసమువలన గలిగిన ఈ అంతరమును క్వాంటం వాద దృక్పథమును చేపట్టి అంత మొందించు వీలున్నట్లు కానరాదు. అందువలన ఈ పనికై సంప్రదాయ యాంత్రిక, క్వాంటం సిద్ధాంత ధర్మములు విశేష పక్షములుగాగల, ఒక సర్వసామాన్య సిద్ధాంతమును స్థాపించవలసి యున్నది.

ఇంతేకాక ప్రత్యక్షముగా ప్రయోగమువలన లబ్ధములైన కొన్ని ప్రధాన ఫలముల వివరణ విషయమైకూడ పూర్వపు క్వాంటం వాదము అసంతృప్తికరముగ దోచినది. ఉదాహరణమునకు, ఈవాదమును ఆశ్రయించి బోర్ హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క వర్ణమాలయందు కన్పట్టు శక్తిపదముల సార్థక్యమును నిరూపించిన రీతిని, క్వాంటం వాదము రెండు లేదా, అంతకన్న ఎక్కువ ప్రాథమిక కణముల కూటములగు హీలియమ్ (He) పరమాణువులవంటి పరమాణువుల, అయన్‌ల శక్తిపదముల వివరించలేక పోయినది. ఇంతేకాదు వర్ణమాలయందు కన్పట్టు ఏకరేఖా త్రిరేఖా పదములమధ్య గన్పట్టు శక్తి వ్యత్యాసముయొక్క వివరణకూడ సాధ్యపడలేదు. ప్రాథమిక కణముల మధ్యకూలామ్ ఆకర్షణ బలములతోపాటు వినిమయ బలములుకూడ గలవని సాధారణీకృత క్వాంటం సిద్ధాంతముచే తొలిసారిగా చేయబడిన సూచన గణనలోనికి తీసికొనరాబడకుండుటచే ఈ లోపములు సంభవించినవని నేడు తెలిసినది.

చివరకు మరియొక అసంతృప్తకరమగు పరిస్థితికూడ బయలుపడినది. కొన్ని పక్షములలో సిద్ధాంతముచే ఆకాంక్షించబడిన ఫలములకు విరుద్ధముగ ప్రయోగము పర్యవసానముల చూపినది. ఉదా : పూర్వము వర్ణమాల వివరణ క్షేత్రమందు మహావిజయముగాంచిన రూతర్‌ఫర్డు నమోనా పరమాణువు దాని కనిష్టశక్తి సోపానమందు, పళ్లెపు ఆకారమును కలిగియుండునని ఆకాంక్షించినది. కాని ఇట్టి ఆకారము వాస్తవికముగా నున్నదా లేదా యని నిర్ణయించుటకు చేసిన నిశిత ప్రయోగము లెవ్వియు, ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణ పరిధి ఏకతల పరిమితమని చూపలేదు. అందువలన రూతర్‌ఫర్డు పరమాణువు ప్రతికృతి గోళాకారమును స్వీకరించియున్నదను ఊహ సమంజసతరము.

ఈలోపముల నన్నిటిని తొలగించి ప్రయోగ ఫలములతో సంపూర్ణముగ సంవదించగలట్లు కల్పింపబడిన సిద్ధాంతములు రెండు : అందు మొదటిది హైజన్‌బర్గ్ క్వాంటం యాంత్రిక సిద్ధాంతము, రెండవది శ్రడింగర్ యొక్క తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతము. ఈ రెండును భిన్నమార్గముల త్రొక్కినప్పటికిని, ఫలము రెండిటికిని సామాన్యమే. ఇందు హైజన్‌బర్గ్ సిద్ధాంతమందు ప్రయోగ ప్రత్యవేక్షణ కందని అంశములన్నియు నిషేధించబడి ప్రయోగదత్తాంశములనే గ్రహించి మాట్రిక్స్ మెకానిక్స్ అను ఒక క్లిష్టగణిత శాస్త్ర ఫక్కీననుసరించి సిద్ధాంతము స్థాపించబడినది. రెండవ సిద్ధాంతమందు ప్రతికణమును అది కాంతికణము కానీ, ద్రవ్యకణము కానీ, ఒక నియత తరంగ దైర్ఘ్యము గల తరంగము వెంటనంటియుండునను డీబ్రాయ్ అభ్యూహ నంగీకరించి శ్రడింగర్ చే స్థాపించబడినది. మే. వ. న.

**తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము - II :** బోర్ విజ్ఞాని స్థాపించిన ప్రతికృతి, హైడ్రోజన్ పరమాణు ధర్మములను కొంత వివరింపగలిగినప్పటికిని, తక్కిన పరమాణువుల ధర్మములను వివరింపలేకపోయినది. అందువలననే పైని చెప్పిన బోర్ సిద్ధాంతమునందు కన్పట్టు సంప్రదాయ సాంకర్యమును తొలగించి నిర్బాధమైన ప్రయోగఫల

సిద్ధాంతసమన్వయమును చేకూర్చుటకు తరంగయాంత్రిక శాస్త్రమను నూతనసిద్ధాంతము ఆవశ్యకమైనది.

**తరంగయాంత్రికశాస్త్ర మూలభావములు :** ఒకప్పుడు భావించినట్లుగ ఎలక్ట్రాన్‌లు కఠినమైన ద్రవ్యకణములు మాత్రమే కావనిన్నీ, ఫోటాన్‌లకున్నట్లే ఎలక్ట్రాన్‌లకు కూడా తరంగగుణములున్నవనిన్నీ ప్రాయోగికముగ నిరూపింపబడినపుడు, తరంగయాంత్రికశాస్త్రము పెంపొంద మొదలిడినది. అనగా, ద్రవ్యకణములకు అనుబంధించి తరంగములున్నవని డీబ్రాయ్‌విజ్ఞాని ప్రతిపాదించెను. అట్టి తరంగముల తరంగదైర్ఘ్యము :

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

అను సమీకరణము అనుసరించియుండును. ఇందు $m =$ కణముయొక్క ద్రవ్యరాశి, $v =$ కణముయొక్క వేగము, $\lambda =$ తరంగదైర్ఘ్యము, $h =$ ప్లాంక్ స్థిరాంకము, $p = mv$ $=$ కణముయొక్క గతిభారము. ఈ సమీకరణముపై ఆధారపడియున్నది తరంగయాంత్రికశాస్త్రము. స్ఫటిక జాలకములపై ప్రయోగింపబడిన ఎలక్ట్రాన్ కిరణముల వివర్తనకోణములను కొలుచుటవలన ఈ సంబంధమును ప్రత్యక్షముగా నిరూపించుటకు వీలుకలిగినది.

పై సమీకరణములో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క కణస్వభావము, తరంగస్వభావము అను ఈ రెండునూ స్ఫురించుచున్నవి. ఎట్లనిన, తరంగదైర్ఘ్యమానమగు $\lambda$ తరంగభావమును సూచించుచున్నది ; వేగమూల్యమగు $v$ కణభావమును సూచించుచున్నది. ఎలక్ట్రాన్ తరంగమనుభావమునకు సంబంధించిన దొకటి, అది కణమనుభావమునకు సంబంధించిన దొకటి. ఈరెండు భావములను $h$ అను ప్లాంక్‌స్థిరాంకము ముడివేయుచున్నది ఈప్లాంక్‌స్థిరాంకము, ప్లాంక్ క్వాంటంసిద్ధాంతమున, కాంతికణముయొక్క శక్తి $(E)$ కిని, దాని కంపన పౌనఃపున్యము $(\nu)$ కును గల సంబంధము :

$$E = h\nu \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

అను ప్లాంక్‌సమీకరణము తెలియజేయును.

పై సమీకరణములో పౌనఃపున్యము తరంగభావమునకు సంబంధించినది. కాగా, కాంతి క్వాంటం శక్తి $E$, కాంతికణస్వభావమునకుమాత్రమే సంబంధించినది. కాంతియొక్క తరంగస్వభావమునకు సంబద్ధమైన పౌనఃపున్యమునకును, కాంతికణస్వభావమునకు సంబద్ధమైన ఫోటాన్ (కాంతి కణము)నకును సంబంధమేర్పరచినట్లే ప్లాంక్‌స్థిరాంకము ఎలక్ట్రాన్ యొక్క తరంగస్వభావమునకు, కణస్వభావమునకు కూడ సంబంధమేర్పరచినది. నిజముగా ఈ కణభావమును, తరంగభావమును భిన్నభిన్నముగనుండి వాటి సమన్వయమునకు అవకాశములేనట్లు కనిపించును. అయినప్పటికిని తరంగముగ భావించినప్పటి ఎలక్ట్రాన్ గుణధర్మములు కణముగా భావించినపుడు దానిధర్మములతో ఎట్లుసమన్వయమును చెందుతో అనువిషయమును తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము సూచించును. రెండువిధములుగా కనిపించు ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ధర్మములను సమన్వయించుటయే తరంగయాంత్రిక శాస్త్రము యొక్క ప్రధానోద్దేశమని చెప్పవచ్చును.

**కణ, తరంగ స్వభావముల సంబంధము :** ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలముతో అనుబద్ధమైయున్న తరంగములను విశ్లేషించుసందర్భమున $v$ ని కణవేగముగను, '$\phi$' ని తరంగవేగము ($v\phi =$ తరంగదైర్ఘ్యము $\times$ పౌనఃపున్యము $= v\lambda$) గను, $v_g$ని సంఘవేగము (అనగా, తరంగసమూహము చలించు వేగము) గను తరంగయాంత్రికశాస్త్రము పరిగణించును. ఒక కణమును ఒక చిన్నతరంగసమూహముగా భావించవచ్చును గనుక, కణవేగము $v$ సమూహవేగము $v_g$ కి సమానమని తలంపవచ్చును :

$$v = v_g = \frac{d\nu}{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)} = \frac{h}{m}\cdot\frac{d\nu}{dv} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

పైసమీకరణమునుండి '$v$' విలువను గణింపవచ్చును. దానినుండి :

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 = E \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

అను సమీకరణము సిద్ధించును. ఇందు $m =$ కణద్రవ్యరాశి ; $v =$ కణవేగము ; $E =$ కణశక్తి.

రెండవ సమీకరణమువలన సిద్ధించు కాంతిక్వాంటం యొక్క శక్తికిని, కాంతిపౌనఃపున్యము $(\nu)$ కును గల సంబంధమువంటిదే ఎలక్ట్రాన్‌ను కణముగా భావించినప్పుడు, దానిశక్తికిని, ఎలక్ట్రాన్‌తరంగముల పౌనఃపున్యము $(\nu)$ కును గల సంబంధము. ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలముయొక్క కణధర్మములకు, దాని తరంగధర్మములకు గల సంబంధమును పైవిషయములు స్పష్టీకరించును.

**ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలతీక్ష్ణత - తరంగకంపన విస్తారము :** ఎలక్ట్రాన్‌కిరణజాలమున్నందు ఘనసెంటీమీటరులోగల కణములసంఖ్యయే దాని తీక్ష్ణత. ఈ తీక్ష్ణత దాని తరంగ కంపనవిస్తారవర్గము $(\Psi^2)$నకు అనులోమముగా ఉండును. కాబట్టి ఎలక్ట్రాన్‌తరంగతీక్ష్ణతకు $\Psi^2$ను కొలతగా భావింపవచ్చును. కంపనవిస్తారమగు $\Psi$ దిక్కాలావిరతికముపై ఆధారపడియున్నది. $\Psi$ యొక్కవర్గము $(\Psi^2)$ను ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలమందు ఘనసెంటీమీటరులో గల ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యతో సమీకరించిరి. కాని, ఒకేఒక ఎలక్ట్రాన్ విషయ

ములో కంపనవిస్తారవర్గభావము అర్థవంతముకాదు. కావున, పరమాణువులో ఏకాకిగాఉన్న ఒక్కకణమును తరంగముగా నిరూపించుటకూడ కష్టమే. అయినను, ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలములు మాత్రము తరంగధర్మములను, కణధర్మములనుకూడ ప్రదర్శించును. కాని, ఒకేసమయములో తరంగములుగను, కణములుగనుకూడ ఎలక్ట్రాన్ లెట్లు వ్యవహరించగలవు? ఇట్టివిషయములను సాధించుటకు ఒక పద్ధతిని తరంగయాంత్రికశాస్త్రము ఒసగును. సాంఖ్యసంభవనీయతా సూత్రమును, అనిశ్చయతా సూత్రమును వినియోగించి ఈ పద్ధతిని ఏర్పరుపవచ్చును.

సాంఖ్యసంభవనీయత - అనిశ్చయతాసూత్రము : స్ఫటికచూర్ణముగుండా ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలము పోయినప్పుడు కలుగు ఎలక్ట్రాన్ వివర్తనమందు ప్రదర్శితమైన ఎలక్ట్రాన్ తరంగధర్మములను విచారించునప్పుడు ఏదైనస్థానములో ఎలక్ట్రాన్ ను కనుగొనుటకు, ఆ స్థానమందలి తరంగకంపన విస్తారమును కొలతగా పరిగణింతురు. కిరణజాలమందనేకఎలక్ట్రాన్ లు ఉండుటచేత ఏ ఎలక్ట్రాన్ అయిననూ వివర్తనజాలకాంతరాళమున ఏదోఒకస్థానమును స్వీకరించి ఉండును.

అట్లుండుటకు సంభవనీయత $\Psi^2$ కు అనులోమముగా ఉండును. ఈ $\Psi^2$ ఎలక్ట్రాన్ ల తీక్ష్ణతగాని, సగటుసాంద్రతగాని అయిఉండును. ఒకస్థానమువద్ద ఎలక్ట్రాన్ ను కనుగొనగల సంభవనీయత $\Psi^2$ కు అనులోమముగానున్న కారణమున ఒకనిశ్చితకాలమందు ఏనిశ్చితస్థానమందు ఎలక్ట్రాన్ ఉండునో చెప్పుట సాధ్యముకాదు. అనగా, ఏదైనసమయమందు ఎలక్ట్రాన్ యొక్కస్థానమును కచ్చితముగా చెప్పలేము. దానిని నిర్దేశించు తరంగము వ్యాప్తమై ఉన్న స్థానములో ఎలక్ట్రాన్ ఎక్కడైనను ఉండవచ్చును. అవేక్షణలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానము ఎంత నిశితముగ నిర్దేశించిన దానివేగము, గతిభారము అంత అనిశ్చితముగా తెలియనగును. దాని గతిభారమును ఎంతనిశ్చితముగ నిర్దేశించిన దానిస్థాన మంతఅనిశ్చితమగును. ఇట్టి పరిశీలనలలో ఇమిడియున్న పరిస్థితులను చర్చించి హైజన్ బర్గ్ విజ్ఞాని అనిశ్చయతాసూత్రమును పారిమాణికముగా నిర్వచించెను. ఎలక్ట్రాన్ స్థాననిర్దేశములోగల అనిశ్చితత $\Delta X$ దానిగతిభారనిర్దేశములోగల అనిశ్చితత $\Delta P$ అయినచో ఆ రెండింటిగుణనఫలము $(\Delta X{\cdot}\Delta P)$, h (అనగా, ప్లాంక్ స్థిరాంకము) నకు ఇంచుమించు సమముగనుండును.

దానినే సమీకరణముగా :

$$\Delta X.\Delta P \sim h \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

అని నిరూపించవచ్చును. అట్లే ఎలక్ట్రాన్ శక్తిలో అనిశ్చితత $\Delta E$, ఎలక్ట్రాన్ కాలములో అనిశ్చితత $\Delta t$ అయిన, వాటి లబ్ధము :

$$\Delta E.\Delta t \sim h \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ష్రెడింగర్ యొక్క చలనతరంగ సమీకరణము : వక్రీకరణకారకమగు యానకములో ప్రసరించు కాంతికిరణప్రవర్తనకు, మారుచున్న బలక్షేత్రములలో ప్రయాణము చేయు ఎలక్ట్రాన్ కిరణజాలప్రవర్తనకును గణితదృష్ట్యా సామ్యమున్నది. కావున, తరంగసిద్ధాంతమునకు సంబంధించిన సమీకరణములవలె యాంత్రికశాస్త్ర సమీకరణములను మార్చి ష్రెడింగర్ పునరుల్లేఖించెను. సహనిర్దేశకముల మార్పుతో శక్మ ఎట్లు మారునో నిర్ణయించి, దానిని ఒక చలతరంగ సమీకరణరూపముగా నిర్వచించెను.

$$\frac{\delta^2\Psi}{\delta x^2}+\frac{\delta^2\Psi}{\delta y^2}+\frac{\delta^2\Psi}{\delta z^2}+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-W)\,\Psi=O$$

ఇచ్చట $\Psi$ పైనిచెప్పినట్లు కంపనవిస్తారము, x, y, z లు మూడుదిక్కులలో ఎలక్ట్రాన్ ల చలనవిస్తారములను తెలియచేయు గురుతులు, W స్థానజశక్తి, E మొత్తపుశక్తి.

వర్ణపటమాపనములో శక్తి సోపానములు : ష్రెడింగర్ సమీకరణమునుండి లభించు అంగీకార్యమగు ప్రతిఫలమునకు శక్తివిలువలు ఆవశ్యకము. ఈ శక్తివిలువలు వర్ణపటమాపనములో కనిపెట్టబడిన శక్తిసోపానముల క్రమమును తెలియచేయును. ఈ శక్తిసోపానములమధ్య జరుగు సంక్రమణములు అవేక్షితపౌనఃపున్యములకు కారణములని తరంగయాంత్రికశాస్త్రము చెప్పను. సంక్రమణ సంభవనీయతలను గణించుటకు ఒకపద్ధతిని అది సూచించును. ఈ విధముగ వర్ణపటరేఖల సాపేక్షతీక్ష్ణతలను నిర్ణయించుటకేగాక బోర్ వరణనియమములను సమర్థించుటకును తరంగయాంత్రికశాస్త్రము తోడ్పడును. హైడ్రోజన్ వంటి పరమాణువులకు బోర్ సిద్ధాంతములను వర్తింపచేసి సాధించిన ఫలితములను ఈ శాస్త్రము అతినిర్దుష్టముగ స్థిరపరచినది. ఇంతకు ఎక్కువ క్లిష్టమైన పరమాణువులకును ఈ సిద్ధాంతమును తృప్తికరముగ వినియోగించవచ్చును.

తరంగయాంత్రికశాస్త్ర వినియోగములు : అనేకరంగములలో తరంగయాంత్రికశాస్త్రమును వినియోగించవచ్చును. ఆవర్తక్రమమందు కన్పట్టు మూలద్రవ్యముల గుణావృత్తిని వివరించుటలో ఈ సిద్ధాంతము అత్యంతోపయుక్తమైనది. అదిగాక, ద్రవీభవననియమము, వర్ణవిశ్లేషణము, దుర్బలఅయస్కాంత క్షేత్రములందు వర్ణపటరేఖల విశ్లేషమును సూచించు లాండేసూత్రము, కాంప్టన్ ఫలితము, కాంతి విద్యుత్ఫలము మొదలగు పరమాణుసంఘట

నలకు సుసంగతమును, యుక్తియుక్తమును అగు సమాధానములను తరంగయాంత్రికశాస్త్రము ఈయ గలదు.

జ్ఞానానంద.

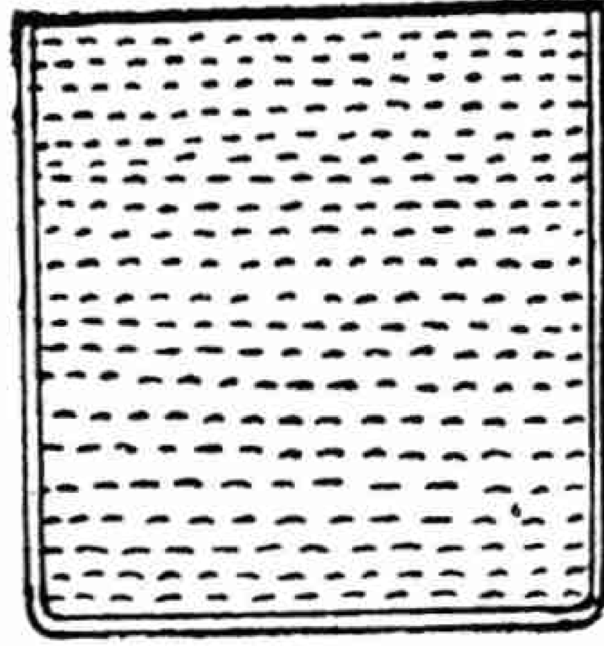
**తలతన్యత :** ప్రకృతి సంఘటనలయందు మనకు గోచరించు బలములన్నిటిని రెండు ప్రధానవర్గములుగా విభజించవచ్చును. అందొకరకపు బలము ద్రవ్యాణువులను కూడదీయునది. దీనికి సంశ్లేషక బలము అనిపేరు. ఇంకొకరకపు బలము ద్రవ్యాణువులను విడదీయునది. దీనికి విశ్లేషకము అనిపేరు. ప్రకృతియందు ఏ సంఘటనలనైనను, ఈ విరుద్ధ బలముల పరస్పరసంఘట్టనముగా నిరూపించ వచ్చును. ఘనస్థితినిరూపకమైన స్ఫటికావస్థ సంశ్లేషక బలముల పరమావధి. అణువుల అత్యధికచలనస్వాతంత్ర్యమును కనపరచు వాయుస్థితి విశ్లేషకబలములకు పరమోదాహరణము. ఇట్లు ప్రకృతిసంఘటన లన్నిటియందును సంశ్లేషక, విశ్లేషక బలములు సమతోలనస్థితిలో ఉన్నట్లు నిరూపించవచ్చును. ఆకాశమందు నక్షత్రములు విస్తృతమై ఉండుట ఈ విశ్లేషక బలప్రభావమే. నవీనఖగోళ సిద్ధాంత సూచితమగు విశ్వవ్యాకోచము విశ్లేషకబలములకు ప్రధానరంగస్థలము. అదిగాక, ఆకాశమును వదిలిపెట్టి పరిచితమైన ఉదాహరణకు రావలయుననిన నీటిలో పడవేసిన మైలతుత్తపుస్ఫటికములనుండి దాని అణువులు క్రమముగా విశ్లేషించి నీటియందంతటను కొంతకాలమునకు సమానముగా విస్తరించునను విషయము, ఆ నీరు మైలతుత్తపురంగును స్వీకరించుటయే తెలుపును. మైలతుత్తపు స్ఫటికములందు ఇదివరకు పనిచేయుచున్న సంశ్లేషక, లేదా స్ఫటిక బలములు విశ్లేషణకు కారణమగు ద్రావణబలములకు లొంగినవి. అందుచే స్ఫటికావస్థకు భంగమువాటిల్లి స్ఫటికాణువులు ద్రావణమందులీనమైనవి. ఈ సంఘటనల యందు పరికించవలసిన ముఖ్యాంశము ఏమనిన ప్రకృతియందు అగపడు బలముల కన్నిటికిని ద్రవ్యమే క్రీడారంగము. అనగా, ద్రవ్యముననుసరించియే ఈ బలముల ఆవిష్కరణము జరుగుచున్నది. ద్రవ్యమునకు మూడు అవస్థలని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. ప్రతిఅవస్థకును ప్రత్యేకలక్షణములు ఉన్నవి. ఈ శీర్షికయందు మనము తెలిసికొనబోవునది ద్రవద్రవ్యవిశేషలక్షణము. అది ద్రవతలముయందే కాననగును. సాధారణముగా పాత్రలో పోసిన ద్రవముపైతలము, పరస్పరము కలియలేని రెండు ద్రవముల మధ్యతలము ; ఈ చోట్లు ద్రవద్రవ్యములందు కాననగు విశిష్టలక్షణములుగల బలమునకు ఆటపట్లు. ఇట్టి బలమునకు 'తలతన్యత' అని శాస్త్రీయ నామము.

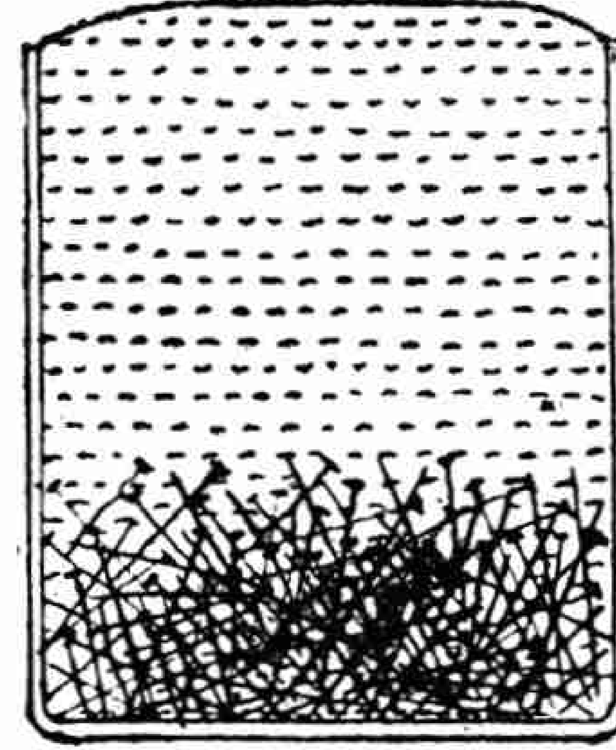
కొన్ని సామాన్యోదాహరణముల సహాయమున తలతన్యతాప్రభావము తెలిసికొనినతరువాత దీని స్వభావమును పరికించుటకు ప్రయత్నింతము.

ఒకగాజుపలకపై కొంచెమునీటిని పోసి మరియొకపలకను దానిపై నొక్కిన ఆ నీరు రెండుపలకలమధ్యను వ్యాపించి, ఆ రెండుపలకలను ఒకదానినొకటి అంటుకొనునట్లు చేయును. ఇప్పుడు ఈ పలకలను విడదీయుట చాలకష్టసాధ్యమైనపని. ఈ పలకలను విడదీయలేకుండా సంధించిన బలము నీటియొక్క తలతన్యతయే. సబ్బునీటితో ఒకగాజు గొట్టపుకొనను ఒకబుడగను ఊది దానిని జాగ్రత్తగా నోటిలోనుంచి తీసినపుడు గొట్టపు పైకన్నమును వ్రేలితో మూసి ఉంచిన ఉరవు తగ్గకుండ అది నిలచియుండును. బుడగ వ్రేలాడుచున్న ఈ గాజుగొట్టమును కొవ్వొత్తి జ్వాలవద్దకు తెచ్చి, ఆ గొట్టపుద్వారమును జ్వాలకు ఎదురుగా పెట్టి, వ్రేలిని తీసివేసిన జ్వాల ఆరిపోవును ; బుడగ మునిగిపోవును. ఈ రెండవదృష్టాంతము తలతన్యతాబల స్వభావమును మనకు తెలియపరచు చున్నది. ఏలన, బుడగను ఊదినపుడు సబ్బునీటిబిందువులోనికి గాలి దూరి ఆ బిందువునందున్న ద్రవ్యమును బుడగగోడలక్రింద వ్యాకోచించునట్లు చేయును. బుడగయందలి గాలిఒత్తిడి బుడగ మునుచుకుపోకుండా చేయును, లోపలిగాలి బుడగ గోడలో అణువులమీద ఒత్తిడిని నెరపుచున్నటులే బుడగ గోడయందుగల ద్రవాణువులు దగ్గరపడ ప్రయత్నించుచు లోపలనున్నగాలిని పైకి వెళ్ళగొట్టుటకు ప్రయత్నించును. అనగా, ఈ బుడగ గుండ్రని గోడ అత్యద్భుతస్థితిస్థాపక గుణమును కనపర్చును. ఈ స్థితిస్థాపకగుణము బుడగగోడయందు ద్రవాణువుల తలతన్యతా బలమువలననే కలుగుచున్నది. దీని ప్రభావమున ఒకద్రవరాశి ఎప్పుడును కనిష్ఠతమతలమును స్వీకరించుటకే ప్రయత్నించుచుండును. ద్రవములు సూక్ష్మపరిమాణములలో బిందు రూపమును దాల్చును. తామరాకుపై నీటిబొట్టు, పాదరసపు బిందువులు, వాన కురియుచున్నపుడు నీటిమట్టముపై బడిన నీటి బిందువులు-వీటి కుదాహరణములు. దీనికి కారణమేమనిన, నియతభారముగల ఒక ద్రవ్యరాశి స్వీకరించగలిగిన ఆకృతులన్నిటియందును గోళాకృతియే కనిష్ఠపరిమాణముగల తలమును కలిగియుండును. ఈ తలతన్యతాప్రభావము వలన ద్రవోపరితలముననున్న అణువులు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనుచు ఒక రబ్బరుపొరను సాగదీసి ఆ ద్రవతలముపై అతికించిన ఎట్టి ఒత్తిడిని క్రిందనున్న ద్రవాణువులపై కలుగచేయునో, అట్టి ఒత్తిడినే ద్రవతలముపైనున్న అణువులపొర కలుగజేయును. నిజముగా ఇటువంటి పొర

ఒకటి ఉన్నట్లు మనము క్రింది ప్రయోగముచే సూచించ వచ్చును.

ఒకగ్లాసు నిండా మీద అంచువరకు నీటినిపోసి జాగ్రత్తగా అందులో గుండుసూదులను జారవిడిచిన నీటిపై తలము కుంభాకారముగ పెరిగి అంచులనుంచి పైకి పొర్లకుండా కొంతవరకు స్థిరముగానుండును. అనగా, ఉబ్బెత్తుగా అంచులపైకి పెరిగిన నీటిమట్టమును అంచుల వెంబడి పైకి పారకుండ చేయగలిగినది, ఈ తలతన్యతా ప్రభావమువలన ఏర్పడిన పొరయే.

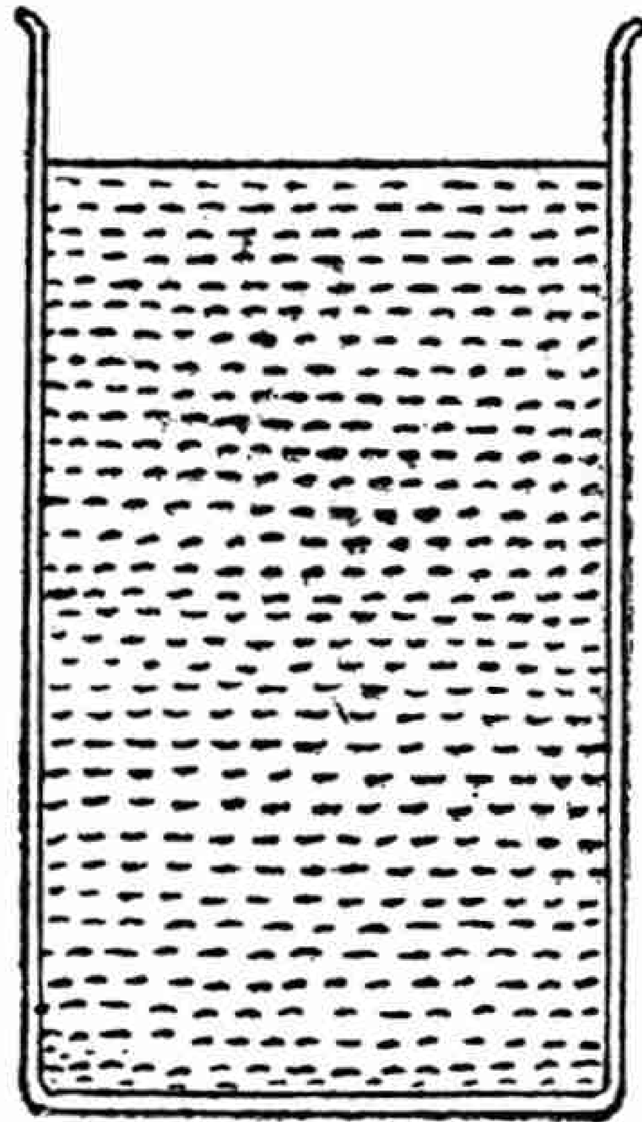


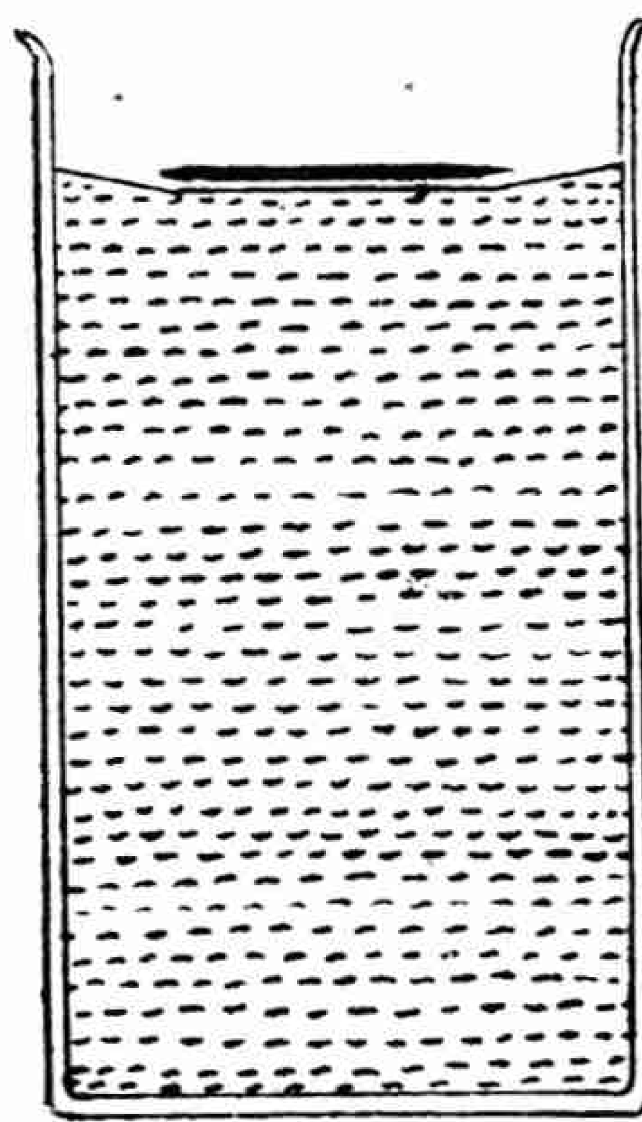


గుండు సూదులను జారవిడుచుటచే కుంభాకారముగ పెరిగిన నీటిమట్టము.

మరియొక చిత్రమైన ప్రయోగము ఈ విషయమును ఇంతకన్న కళ్ళకుకట్టినట్లు విశదపరచగలదు. ఒకగ్లాసులో అంచుమట్టమువరకు నీటిని పోసి, ఆ నీటిపైన కొంచెముగా నూనెరాసిన కుట్టుసూది నొకదానిని మునివ్రేళ్ళతో జాగ్రత్తగా నుంచిన సూది ఆనీటిపై తేలును. ఈ సూది తేలుటకు కారణము సులభముగా చిదుమ వీలులేని పొరయే.

మే. వ. స.



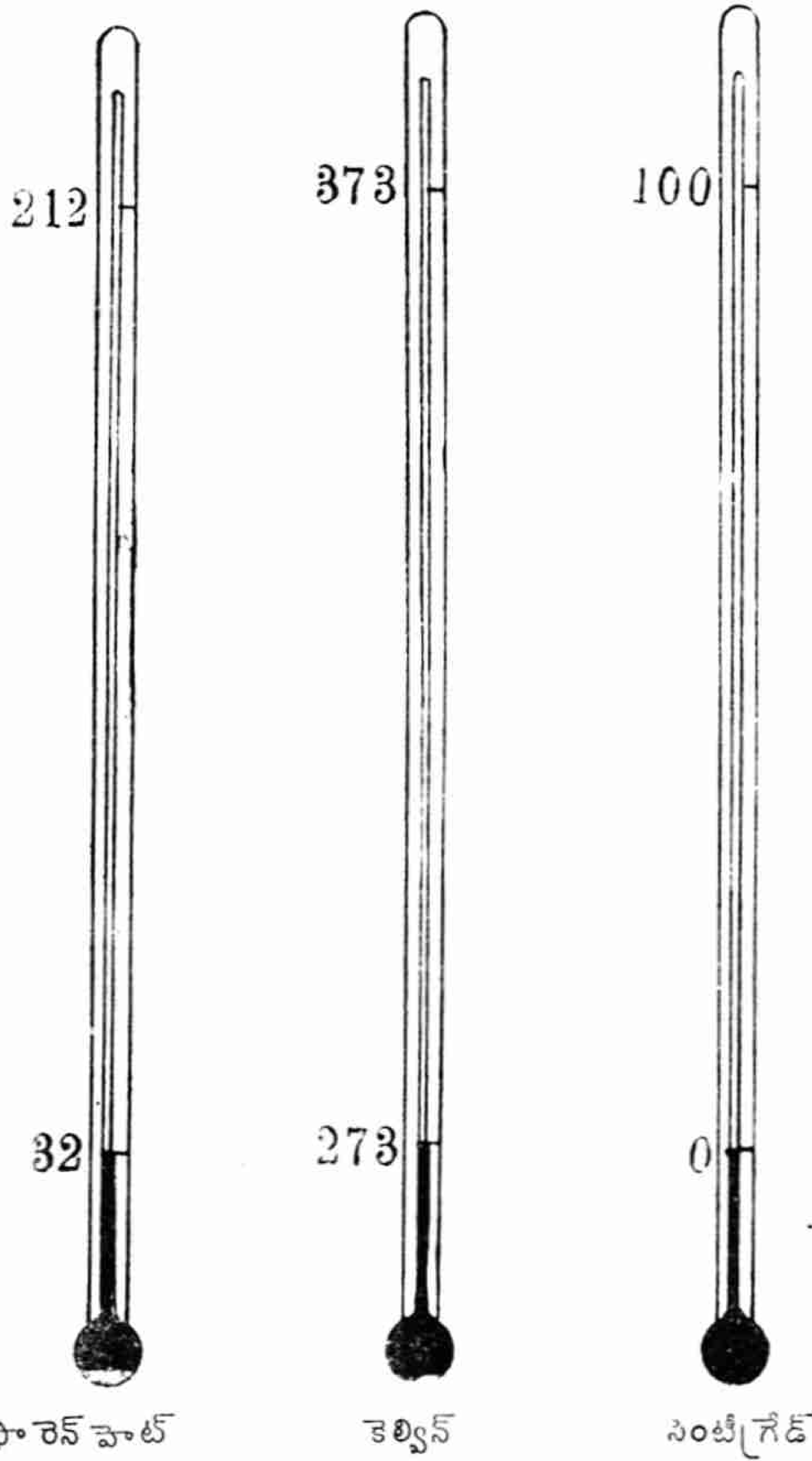


నీటిపై తేలిన సూది

**తాపక్రమమాపనము:** ఒక వస్తువు వేడిగానున్నదో, చల్లగా నున్నదో దానిని చేతితో తాకి మనము చెప్పగలము. మిక్కిలి వేడిగానున్న వస్తువును చేతితో తాకకుండగనే చెప్పగలము. కాని, కొన్ని పరిస్థితులలో మన స్పర్శజ్ఞానము మనలను మోస పుచ్చును. ఉదాహరణమునకు వేడినీళ్ళలో ముంచిన చేతికి నులివెచ్చని నీళ్ళు చల్లగా తగులును. చలి నీటిలో ముంచిన చేతికి ఆ నీళ్ళే వెచ్చగా తగులును. శీతకాలములో మనము బయటకుపోయి చలిహెచ్చుగానున్న రోజులలో ఒక రాతి ముక్కను చేతితో తాకితిమేని అది మనచేతికి చల్లగా తగులును. వెంటనే ఒక ఉక్కుముక్కను తాకితిమేని అదిచేతికి మరింత చల్లగా తగులును. మనచేతినుండి ఉష్ణత మనము తాకిన వస్తువులోనికి పోయినపుడు చల్లదనమును, వస్తువునుండి ఉష్ణత మనచేతిలోనికి వచ్చినపుడు వెచ్చదనమును మనము అనుభవించుచుందుము. అందుచే, మన తాకుడువలన మనము చెప్పగలిగినది మనకన్న మనము తాకిన వస్తువు చల్లగనున్నదో, వేడిగనున్నదో యను విషయము మాత్రమే. మన స్పర్శజ్ఞానము వేడియొక్క తరతమస్థితిని మనకు నిరూపించగలదే గాని వేడిని కొలుచుటకు పనికిరాదు. ఒకవస్తువు ఎంత ఎక్కువ వేడిగానున్నదో, ఎంత తక్కువ వేడిగానున్నదో నిశ్చయించుటకు మనకొక ప్రమాణ తాపక్రమమును, ఆ ప్రమాణమానములో తాపక్రమ వ్యత్యాసములను నిరూపించు పరికరమును కావలెను. ఈ పరికరమునకు **తాపక్రమమాపకము** అని పేరు.

ఒక్క ద్రవ్యరాశితప్ప వస్తువులగుణములన్నియును తాపముచే మారును. అట్టి మారుచున్న గుణము ఏదియైనను, తాపక్రమమును కొలుచుటకు పనికివచ్చును. మనకు కార్యకారిగా ఉండవలయుననిన ఆ మార్పు యొక్క విస్తారము తాపక్రమపు విస్తారముతో నిశ్చిత సంబంధము కలిగి ఉండవలెను. తాపక్రమమందు కలిగిన సమవ్యత్యాసములకుసమవ్యత్యాసములను సూచించు వస్తుగుణము తాపక్రమమును కొలుచుటకు చాలా ఉపయోగించును. ఇట్టిది తాపప్రభావమున కలుగు ద్రవ్యముల వ్యాకోచ గుణము. ద్రవద్రవ్యముల వ్యాకోచము హెచ్చుగా నుండును కనుక, ద్రవమాపకములే మొట్టమొదట వాడుకలోనికి వచ్చినవి. ఇందు మొదటిది అల్కహాల్ ద్రవమాపకము, తరువాత పాదరసము ప్రయోగార్హమైన ద్రవ్యముగా తీసికొనబడినది. పాదరసమాపకమును వేడిచేసినపుడు, అందుండు పాదరసము దానికి ఆధారమగు కాచగోళముకన్న హెచ్చుగా వ్యాకోచించును. తాపక్రమమాపనము తారతమ్యజ్ఞానము మీద ఆధారపడియుండును గనుక, ఒక వస్తువుయొక్క తాప

క్రమమును కనుగొనినపుడు మనము ఒక ప్రమాణతాపక్రమమునుండి బయలుదేరవలెను. ఈ బయలుదేరుటకు ఉపయోగించు తాపక్రమము పరిసరప్రభావమున మారు తాపక్రమముగా ఉండకూడదు. అందుచే, పరిసర ప్రభావ నిరపేక్షముగ స్థిరతాపక్రమములో నుండు ఏ వస్తువు తాపక్రమమైనను మనము ప్రమాణముగ తీసికొనవలెను. మంచు, ఉప్పు మిశ్రముయొక్క తాపక్రమము క్రింది ప్రమాణ తాపక్రమముగా 'ఫారెన్‌హైట్' స్వీకరించెను. కొంచెము భిన్నముగ 'సెల్సియస్' అను నాతడు కరుగు




ఫారెన్‌హైట్ కెల్విన్ సెంటీగ్రేడ్

చున్న మంచుగడ్డల తాపక్రమమును ఆధారతాపక్రమముగా తీసికొనెను. ఈ తాపక్రమమును అంశలలో వ్యక్తపరుపవలెననిన హెచ్చు వేడిలోనున్న మరియొక ఆధారతాపక్రమమును తీసికొనవలెను. మరుగుచున్న శుద్ధజలపు తాపక్రమమును ఊర్ధ్వతాపక్రమ ప్రమాణముగ సెల్సియస్, ఫారెన్‌హైట్ ఇద్దరును తీసికొనిరి. ఫారెన్‌హైట్ మంచు-ఉప్పు మిశ్రముయొక్క తాపక్రమమును శూన్యముతో అంకితమొనర్చెను. కరుగుచున్నమంచు తాపక్రమమును సెల్సియస్ శూన్యముతో అంకితమొనర్చెను. దానికిని, నీరు మరుగు తాపక్రమమునకును మధ్యనున్న విరామమును 100 డిగ్రీలుగ సెల్సియస్ భాగించెను. ఈ విరామమునే ఫారెన్‌హైట్ 180 డిగ్రీలుగ భాగించెను. రాయ్‌మర్ ఈ విరామమును 80 డిగ్రీలుగ విభజించెను.

పైనిచెప్పిన ప్రమాణతాపక్రమములనేగాక మిక్కిలి తక్కువతాపక్రమములను కొలుచుటకు ఆక్సిజన్‌ద్రవీభవనాంకమును, అధికతాపక్రమమును కొలుచుటకు ప్లాటినమ్ ద్రవీభవనాంకమును వాడుకలోనున్నవి. పైనిచెప్పిన మూడురకముల పాదరసమాపకములలో సెల్సియస్, ఫారెన్‌హైట్‌మానములు మిక్కిలివాడుకలో నున్నవి. మొదటిది భౌతికశాస్త్రపరిశోధనలయందు, రెండవది వైద్యశాస్త్రమందు వాడబడుచున్నవి.

కరుగుచున్న మంచుతాపక్రమమునకును, మరుగుచున్న నీటితాపక్రమమునకును, మధ్య విరామము సెల్సియస్‌చే 100 క్రిందను, ఫారెన్‌హైట్‌చే 180 క్రిందను విభజింపబడుటచే ఒక ఫారెన్‌హైట్ డిగ్రీ $\frac{5}{9}$ సెల్సియస్‌డిగ్రీకి సమానము. ఫారెన్‌హైట్‌మానము, సెంటీగ్రేడ్‌మానము కన్న క్లిష్టతరమైనది. 100 డిగ్రీలుగల సెంటీగ్రేడ్‌విరామము 180 క్రింద విభజించబడుటయే గాక హిమాంకము 32 క్రింద పరిగణించబడుచున్నది. ఫారెన్‌హైట్ మానము బ్రిటిష్ ప్రభుత్వ ప్రాబల్యమున్న దేశములయందే ఉపయోగపడుచున్నది. తక్కినచోట్లనెల్ల సెంటీగ్రేడ్‌మానమే వాడుకలో నున్నది. ఈ రెండుమానములకు గల సంబంధము క్రింది సమీకరణముచే సంగ్రహించవచ్చును :

$$\frac{C-0}{F-32}=\frac{100-0}{212-32}$$

దీనినుంచి సెంటీగ్రేడ్‌డిగ్రీ ఫారెన్‌హైట్‌మానములో కాని, లేదా అటునుండి ఇటుగాని క్రింది సమీకరణములచే చూపవచ్చును :

$$C=\frac{5}{9}(F-32);\quad F=\frac{9}{5}(C+32)$$

తాపక్రమమానమునకు సంబంధించిన ఇతరవివరములకు చూ. పరమతాపక్రమమానము. మే. వ. న.

**తాపక్రమమితి :** ఒకనియత వాయురాశి యొక్క ఆయతనమును స్థిరముగానుంచి, మంచుకరగు తాపక్రమమునుండి, దాని తాపక్రమమును క్రమముగా హెచ్చుచేసినచో దానిప్రేషముకూడ క్రమముగా అధికమగుచుండును.

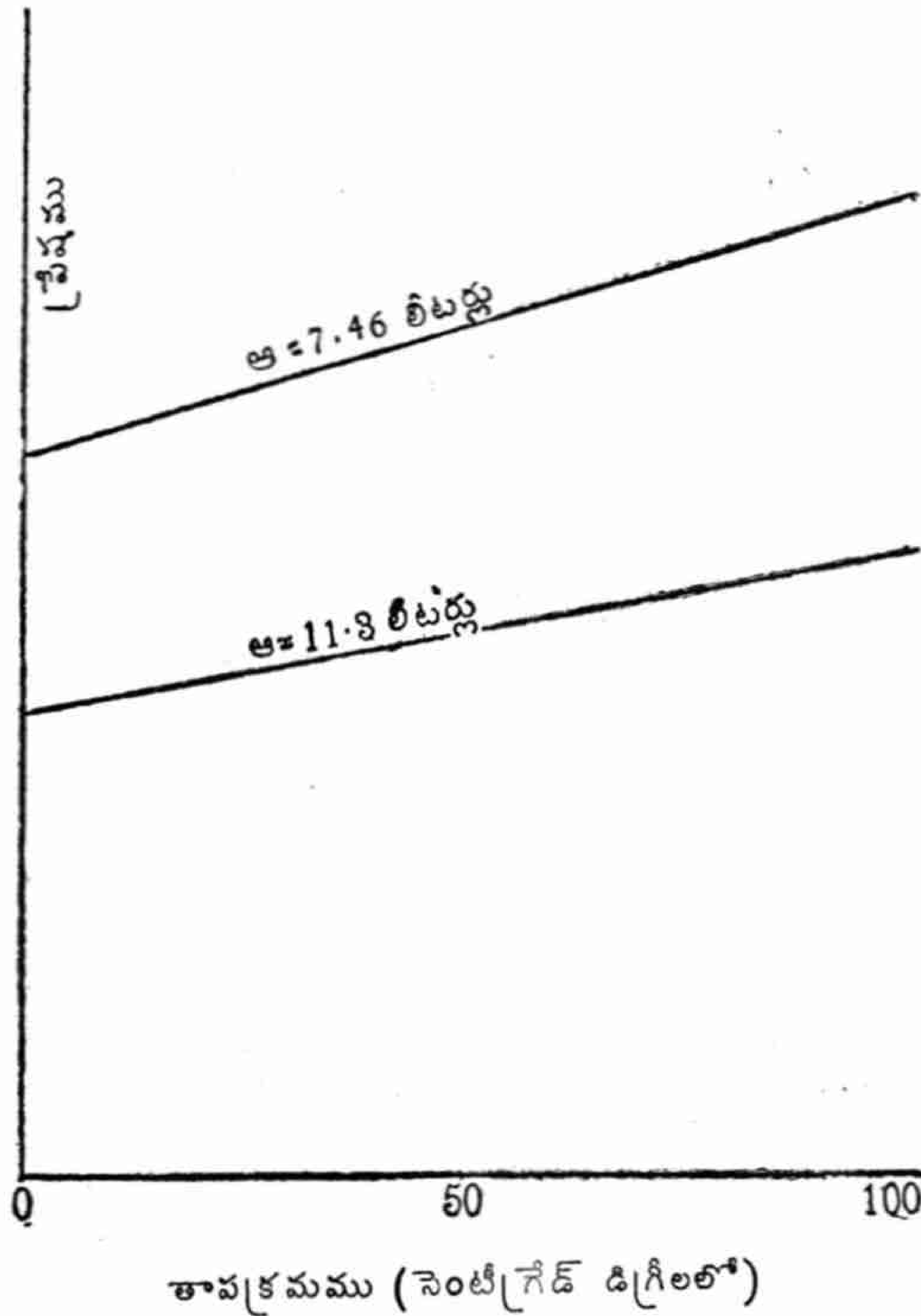
ఒకప్రయోగములో ఒకవాయురాశిని 11·2 లీటర్ల స్థిరాయతనములో బంధించి, దానిని వేడిచేసిన లబ్ధమైన ప్రేషమూల్యములు :

| తాపక్రమము (సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో) | వాయుప్రేషము (వాతావరణములలో) |
|---|---|
| 0 | 2 |
| 50 | 2·37 |
| 100 | 2·74 |

ఆ వాయురాశినే 7·46 లీటర్ల స్థిరాయతనములో నుంచి వేడిచేసిన లబ్ధమైన ప్రేషమూల్యములు :

| తాపక్రమము (సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో) | వాయుప్రేషము (వాతావరణములలో) |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 50 | 3·555 |
| 100 | 4·11 |

ఈ పట్టికలలోని ఫలములను గ్రాఫ్ రూపమున లిఖించిన ఈ క్రింది రేఖాచిత్రము లభించును :

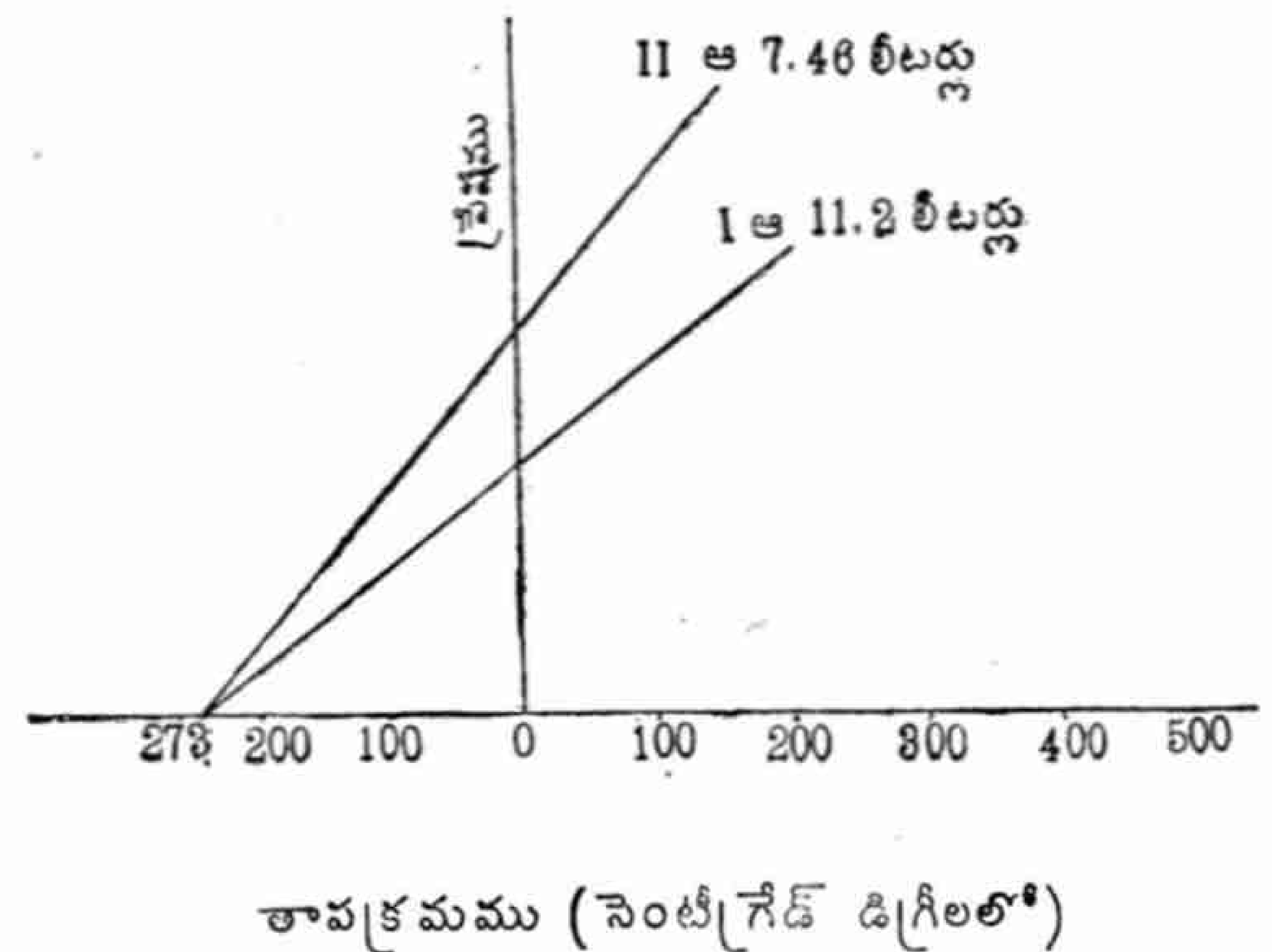



తాపక్రమము (సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో)

ఈ రేఖాచిత్రములో నున్న రేఖలు 1, 2 పట్టికలలోని ఫలముల బట్టి క్రమముగా లిఖించబడినవి. ఈ రేఖలు ఋజురేఖలు. అందువలన వాయుప్రేషము దాని తాపక్రమముతో ఋజుక్రమమున వృద్ధిచెందునను విషయము విశదమగును. ఈ రెండు పట్టికలలోని ఫలములనుండి రెండు ప్రయోగములలోను, ఒక డిగ్రీతాపక్రమాతిశయమునకు ప్రేషమందు సంభవించు హెచ్చును లెక్కగట్టినచో 0.0074 లేదా 0.0111 వాతావరణ, అని రెండు భిన్నఫలములు సిద్ధించును. కాని, ఈ హెచ్చులు వాటికి సంబంధించిన తొలిప్రేషములలో ఎన్నవవంతు అని లెక్కకట్టినపుడు, 0.0074/2 = 0.0037, లేదా 0 0111/3 = 0.0037. అని రెండు ప్రయోగములకును ఒకే గుణకము, 0.0037 అనునది లభించును. దశమాంకములలో నున్న ఈ అంకెను భిన్నాంకములోనికి మార్చిన $\frac{1}{273}$ అగును. అనగా, స్థిరాయతనములోనున్న ఒక నియత వాయుద్రవ్యరాశియొక్క ప్రేషము, సెంటీగ్రేడ్ శూన్య తాపక్రమము వద్ద నున్నపుడు దాని ప్రేషములో $\frac{1}{273}$ భాగము చొప్పున ప్రతి సెంటీగ్రేడ్‌డిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకును హెచ్చుచుండును.

తాపక్రమము హెచ్చుచేసిన ప్రేషము ఎట్లు హెచ్చునో తాపక్రమమును తగ్గించినపుడు ప్రేషము ఆ వరుసనే తగ్గును. అనగా, ప్రతి డిగ్రీ సెంటీగ్రేడ్ తగ్గింపునకును సెంటీగ్రేడ్ శూన్యతాపక్రమమువద్ద ఆ వాయువుకున్న ప్రేషములో $\frac{1}{273}$ వ భాగము తగ్గుచుండును. అందువలన, సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునుండి 273 డిగ్రీలు క్రిందికి తాపక్రమమును తగ్గించినచో వాయువుయొక్క ప్రేషము $\frac{273}{273} = 1$. అనగా, ఒకటికి ఒకటి తగ్గిపోవును. ఇంకొక విధమున చెప్పవలెననిన వాయువుయొక్క ప్రేషము శూన్యమగును.

ఎంత ప్రేషముతో ప్రారంభించినను, సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునుండి క్రిందికి తాపక్రమమును తగ్గించుచు పోయినచో, శూన్యమునుండి 273 డిగ్రీలు వెనుకకు వెళ్లునరికి




తాపక్రమము (సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలలో)

ప్రేషము శూన్యమూల్యమును స్వీకరించునని పై రేఖాచిత్రము చూపించుచున్నది :

చిత్రములోని ఋజురేఖలలో ఏదియైనను ఒక స్థిరాయతనములో నుంచిన వాయువుయొక్క ప్రేషము తాపక్రమ

ముతో ఎట్లు మారునో తెలియచేయును. ఇట్టి రేఖలకు సమాయతన రేఖలు అని పేరు. చిత్రములోని రెండు రేఖలును సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునకు ఎడమవైపున ఉన్న −273 డిగ్రీని తెలుపు ఒకే బిందువువద్ద కలుసుకొన్నవి ఈ రెండు రేఖలే కాదు; ఇట్టి సమాయతన రేఖలను ఎన్నిటిని లిఖించినను, వాటిని వెనుకకు పొడిగించిన, అవి యన్నియు −273 అను బిందువునే చేరుకొనును. ఈ ప్రయోగ నిర్దిష్టఫలమును మనసులో నుంచుకొని, −273 అను బిందువును, వాయువుయొక్క సమాయతన రేఖలన్నిటికిని సామాన్యాభిసరణ బిందువుగా పరిగణించ వచ్చును.

వాయువుయొక్క ప్రేషము −273 వద్ద శూన్యమగును. కనుక, ప్రేషసూచనమే ఆధారముగా గల వాయుతాపక్రమమాపకము −273 కన్న దిగువతాపక్రమమును సూచించలేదు. అనగా, సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునకు 273 డిగ్రీలకన్న తక్కువగానుండు తాపక్రమము ప్రాయోగికముగా పొందుటకు వీలుపడదు. ఈ తాపక్రమమును మానవుని చే శోధనాగారమందు కల్పించవీలగు శూన్యతాపక్రమమునకు అవధిగా పరిగణించవచ్చును. సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునకు 273 డిగ్రీలు క్రిందనున్న ఈ తాపక్రమమునకు పరమ శూన్యమని వ్యవహారము. తాపక్రమమానమును, ఈ పరమ శూన్యమునుండి లెక్కించిన పరమతాపక్రమమానము సిద్ధించును; దీనికి T అని గురుతు. సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీలకు 273 కలిపిన పరమ తాపక్రమము లభించుననువిషయము, $T = t^0C + 273$ అను సమీకరణము తెలియచేయును. అనగా, సెంటీగ్రేడ్ మానాపేక్షయా పరమమానము 273 డిగ్రీలు అధికముగా నుండును. లేదా సెంటీగ్రేడ్ శూన్యమునుండి దిగువకు లెక్కించిన పరమశూన్యము −273 డిగ్రీలు అగును. ఈ మానమును లార్డ్ కెల్విన్ శక్తిశాస్త్రపద్ధతిని సాధించుటచే దీనికి 'కెల్విన్‌మానము' అని పేరు వచ్చినది. దీనికి గురుతు K. మానవుడు −273 డిగ్రీలకన్న తక్కువ తాపక్రమమును సాధించలేడన్న ఉక్తి, శక్తిశాస్త్రతృతీయ నియమముగా స్వీకరింపబడినది (చూ. శక్తిశాస్త్రము).

ఈ పై చర్చలో ఒక వస్తువుయొక్క తాపక్రమమునకు −273°C లేదా 0°T లేదా K అను నిమ్నావధి ఉన్నట్లు నిరూపించబడినది. తాపక్రమపు ఉచ్చావధికూడ ఉన్నదా అను ప్రశ్న సహజముగా ఎవనికైనను తట్టవచ్చును. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమును కనుగొనుటకు ప్రయత్నింతము.

గతిశాస్త్రానుసారముగా ఒక వస్తువుయొక్క గతిశక్తి $\frac{1}{2} mu^2$ అగును. ఇచ్చట m = వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశి u = దాని గతివేగము, చలదణుసిద్ధాంతము వాయుద్రవ్యముల విషయమై ప్రతిపాదించిన సమీకరణము:

$pv = \frac{1}{3} nmu^2$ (ఒక అణుభారమునకు)..................(1)

ఇచ్చట p = వాయువు యొక్క ప్రేషము, v = వాయువు యొక్క ఆయతనము, n = వాయువు యొక్క అణుసంఖ్య, u = వాయుకణవేగము.

దీనిని pv = RT అను ప్రాయోగికవాయు సమీకరణముచే సమన్వయించిన $RT = \frac{1}{3} nmu^2$..................(2) అని సిద్ధించును. ఈ సమీకరణమునుండి T ని సాధించిన,

$T = \frac{1}{3R} nmu^2$..................(3) అని లభించును.

సాపేక్షతా సిద్ధాంతప్రకారము ఒక వస్తువు స్వీకరించగల వేగము ఎప్పుడును వెలుతురు కాంతి దాటియుండదు. అనగా, ఏదేని వస్తువు తీసికొనగలిగిన వేగము యొక్క గరిష్ఠమూల్యము కాంతివేగముతో సమానముగా ఉండును.

3 వ సమీకరణములో నున్న కణముయొక్క వేగము కాంతి వేగమునకు సమమైనపుడు కణము యొక్క శక్తి గరిష్ఠమూల్యమును స్వీకరించును. ఆ శక్తినుండి సాధించిన తాపక్రమము ఒక వస్తువు తీసికొనగలిగిన గరిష్ఠ తాపక్రమము కావలయును.

$$T = \frac{1}{3R} nmc^2 \text{..................(4)}$$

ఈ నాలుగవ సమీకరణమును హైడ్రోజన్ వాయువుయొక్క అణుభారమునకు పట్టించినపుడు:

nm = M (అణుభారము) = 2 అగును.

$$\therefore \ T = \frac{1}{3R} \times 2c^2 \text{..................(5)}$$

ఇదివరకు పరిచితమైయున్న R యొక్క మూల్యము ($R = 4{\cdot}182 \times 10^7$ అర్గ్‌లు)ను C యొక్క మూల్యము ($C = 3 \times 10^{10}$ సె.మీ)ను ఈ 5వసమీకరణములో జొన్పిన

$$T = \frac{2 \times (3 \times 10^{10})^2}{3 \times 4{\cdot}182 \times 10^7} = \frac{2 \times 3 \times 10^{20}}{4{\cdot}182 \times 10^7} = \frac{2 \times 3 \times 10^{13}}{4{\cdot}182}$$

$= 1{\cdot}434 \times 10^{13}$ డిగ్రీలు (పరమమానములో)

= ఇంచుమించు 15 లక్షలకోట్ల డిగ్రీల తాపక్రమము. ఈ విశ్వమందు, దీనికిమించిన తాపక్రమముండుటకు వీలు లేదు. ఈ అంకె తాపక్రమముయొక్క ఊర్ధ్వావధిని తెలియచేయును. (చూ. పరమతాపక్రమమానము) మే. వ. న.

**తాపక్రమము:** (టెంపరేచర్) వేడిమి మన త్వగింద్రియముచే తెలిసికొనబడు వస్తుగుణము. ఒకవస్తువునందున్న వేడి

ఎక్కువ తక్కువలు తెలిసికొనుటకు మన త్వగింద్రియము స్థూలముగా సమర్థమైనను, ఒకప్పుడు మనకది అందిచ్చు వార్తయథార్థము గాకుండును. అందువలన తాకుడు అపేక్ష లేనికంటిచే గ్రహించబడు సంఘటనలను ఉపయోగించి తాప తీక్ష్ణతను కొలచుసాధనములు తాపక్రమమాపనములు అను పేర నిర్మితములైనవి(చూ. తాపక్రమమాపనము పు. 372).

కాని, తాపతీక్ష్ణత అన ఏది అను ప్రశ్నకు సమాధాన మిచ్చుట సులభము కాదు. తాపము వస్తుగుణమని ఒప్పు కొనకతీరదు. వస్తువులు ద్రవ్యమయములు; ద్రవ్యములు అణుఘటితములు. అందుచే, వస్తుగుణమేదియైనను కొనకు అణుగుణసముదాయమే కావలెను. ఈ విచారమువలన తేలిన విషయమేమన, ఏదో ఒకవిధమున అణువులకును, తాపమునకును సంబంధము కల్పించవలెను. ఈ సంబంధ కల్పన చలదణు సిద్ధాంతముచే చేయబడినది. తాపగుణ వాహకముగా వాయుద్రవ్యము నొక దానిని తీసి కొందము. చలదణు సిద్ధాంతరీత్యా ద్రవ్యమంతయు నిరంతర చలనముగల అణువుల సముదాయము వాయు స్థితిలో ఈ చలనము నిరాఘాటముగా జరుగును. అట్టి వాయురాశి ఒకదానిని ఒకపాత్రలో బంధించిన, పాత్ర గోడలపై చలనస్వభావముగల వాయుఅణువులు ఆఘాత పరంపరను శరవేగముగా పంపుచుండును. ఈ ఆఘాత ముల మొత్తపు ఫలమే బంధితమైన వాయువుయొక్క ప్రేషము. ఆఘాతము అణుచలనఫలము. చలనకారణ మున అణువునకు శక్తియుండును. ఈ శక్త్యవతారమే పాత్ర గోడలపై ఆఘాత ప్రేషముగా పరిణమించు చున్నది. ఈ పాత్రను కొంచెము వేడిచేసి దాని తాప క్రమము ఎక్కువ చేసిన ప్రేషము ఎక్కువగుననునది ప్రయోగదృష్టఫలము. ప్రేషము ఎక్కువ యగుటకు రెండు కారణములను ఊహించవచ్చును. ఆఘాతముల యొక్క సంఖ్య ఎక్కువై ఉండవచ్చును. ప్రతి ఆఘాతపు శక్తికూడ ఎక్కువై ఉండవచ్చును. ఆఘాతసంఖ్య అణుసంఖ్యను, అణువుల వేగమునుపట్టి ఉండును. పాత్రలో బంధితమైయున్న వాయువులో అణుసంఖ్య మారుటకు వీలులేదు. అందుచేత అణువేగము అధికమై నది. దాని అణుగతి భారము, దానివలన అణుశక్తి హెచ్చుకావలెను. ఈ హెచ్చగుట వేడియొక్క ఫలము. దీనివలన, అణుచలనశక్తికి, తాపక్రమమునకు అన్యోన్య సంబంధము ఉన్నదనుట నిర్వివాదము. అణుచలనశక్తి తాపక్రమము హెచ్చిన హెచ్చును; తగ్గిన తగ్గును. ఇట్లు తాపక్రమమునకు, అణుచలనశక్తికి అద్వితీయమైన సంబం ధము వెల్లడియైనది. చలనమును ఒకద్రవ్య యాంత్రిక గుణము తాపమను ఒక శారీరకసంవేదనను ఎట్లు కలుగజేయుచున్నదను విషయము నేటికిని అవిజ్ఞాతమే. ఐనను, శాస్త్రాభ్యాసకుడు తాపక్రమము ఎట్లు అణుచలన శక్తిపై ఆధారపడియున్నదో విశదీకరించలేక, తాపక్ర మమునకు, అణుచలన శక్తికిని తాదాత్మ్య సంబంధము ఊహించుటచే తృప్తిపొంద వలసివచ్చెను. అనగా, అణు చలన సిద్ధాంత దృష్టిలో అణుచలనశక్తి తాపక్రమము నకు, తాపక్రమము అణుచలన శక్తికి మానములు. ఇచట గుర్తించవలసిన ముఖ్య విషయము ఒకటి కలదు. వాయు ద్రవ్య ప్రేషము ఆ వాయు అణువుల, ఆఘాతముల సాము దాయికఫలము ఎట్లగుచున్నదో, అటులనే ద్రవ్యతాప క్రమము ఆ ద్రవ్యాణువుల చలనశక్తి వలన ఉదయించిన సాముదాయిక ఫలము. అందువలన, ఒకే ఒక అణువునకు ప్రేషము ఆరోపించుట ఎంత అసందర్భమో, దానికి తాప క్రమము ఆరోపించుట కూడ అంతే అనర్థకము. మే.వ.న.

**తాపరాసాయనిక శాస్త్రము** : రాసాయనిక క్రియ లను అనుసరించు ఉష్ణతా పరివర్తనములను వివరించునది తాప రాసాయనిక శాస్త్రము. మానవాభ్యుదయమునకు మూలాధారమైన వివిధ రాసాయనిక ద్రవ్యోత్పత్తికి, దానిని సాధించు యంత్రముల నిర్మాణమునకు శక్తి, ద్రవ్యాదులశాస్త్ర జ్ఞానము అత్యంతావశ్యకము. కర్ర మండుట, ప్రేలుడు వస్తువులు ప్రేలుట. పరమాణుకేంద్రక విచ్ఛేదనము, ఆటంబాబు నిర్మాణము, భూనభోంతరాళ ములలోను, నక్షత్రగర్భములలోను నిరంతరము జరుగు అయనీకరణము, ధాతుసాధన, ఉచ్ఛ్వాసనిశ్వాసాది జీవా ధార ప్రక్రియలు, మున్నగువాటిని సమగ్రముగా తెలిసి కొనుటకు తాపరాసాయనిక శాస్త్రము అత్యవసరము. సుమారు 19 వ శతాబ్దారంభము నుండియు పలువురు విజ్ఞానులు రాసాయనిక ప్రక్రియల ఫలితముగా కలిగెడు ఉష్ణతలో హెచ్చుతగ్గులను గురించి పరిశోధనలు సల్పిరి. 1840 లో హెస్, జూలియస్ థామ్సన్, మార్సెలస్, బెర్థోలే అను శాస్త్రజ్ఞులు కూలంకషమైన ప్రయోగ పూర్వక పరిశోధనలసల్పి, సాధారణ ధర్మముల వెలిబరచి, నియమముల అన్వేషించి, ఈ శాస్త్ర స్థాపనలో ముఖ్యులని పేరు గాంచిరి.

సిద్ధాంతభాగములో జె. గిబ్స్‌విల్లర్డ్, క్లార్క్‌మాక్స్ వెల్, ఫాన్ట్‌హాఫ్, మాక్స్‌ప్లాంక్, ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టయిన్, వాల్టర్ నెర్న్‌స్ట్ (1869 - 1941), జి. ఎన్. లూయీ అనువారలు ముఖ్యులు. రాసాయనికమైత్రి, దానికి ప్రమాణమైన ఉపయోజ్యశక్తి రాసాయనిక ద్రవ్యాంత రస్థమైన నిగూఢశక్తి అను భావములను విశదీకరించి,

వీటికిని, తాపశక్తికినిగల పరస్పరసంబంధమును నిర్ణయించి, నూతన నియమముల సృష్టికరించి శాస్త్రమును పూర్తియైన పరిపక్వస్థితికి తెచ్చినవారు వీరే.

సాధారణముగా రాసాయనిక క్రియ జరిగినపుడెల్ల తాపవికారములను-అనగా తాపము ప్రక్రియనుండి పైకి ఉద్గమించుటను లేదా పరిసరములనుండి తాపమును ప్రక్రియ గ్రహించుటను గుర్తించవచ్చును. జింకు ముక్కనొకదానిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో వేసినపుడు బుసబుస పొంగుచు హైడ్రోజన్ వాయువు వెడలుటయు, క్రమముగా జింకు హరించి జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణము ఏర్పడుటయు జరుగును. ఇంతేకాక తగుశ్రద్ధతో పరిశీలించినచో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వేడెక్కుటనుకూడ గుర్తించవచ్చును. అనగా ఈ రాసాయనిక క్రియాఫలితముగ ఉష్ణత బహిర్గతమైనది.

రాసాయనిక ప్రక్రియల ఫలితముగా బహిర్గతమగు, లేదా విలీనమగు వేడియొక్క పరిమాణము, క్రింది పరిస్థితులపట్టి యుండును: 1. రాసాయనిక క్రియాస్వభావము, 2. పరిసరతాపక్రమము, గాలిఒత్తిడి, ద్రవ్యముల వైద్యుత స్థితి, వికిరణమువంటి బాహ్యాపరిస్థితులు; 3. ద్రవ్యముల భౌతికస్థితి, 4. ద్రవ్యముల పరిమాణములు - వీటిలో తుది మూడు రకముల పరిస్థితులలో మార్పులేనపుడు రాసాయనిక ప్రక్రియయొక్క ఉష్ణతాపరిమాణము స్థిరముగా నుండును.

ఇది ఈ శాస్త్రమునకు అంతకును ప్రథమ ముఖ్య సిద్ధాంతము. దీనినే రాసాయనిక క్రియాస్థిరోష్ణతా సిద్ధాంతము అందురు. ప్రస్తుత విచారణలో వికారమునొందు ద్రవ్యములపై విద్యుత్‌ప్రయోగ, వికిరణ ఫలితములు చర్చనీయాంశములు కావు. తాపక్రమము ప్రేషఫలితములు రాసాయనిక క్రియాపరిస్థితులబట్టి తేటతెల్లముగా నుండునపుడు తప్ప, వికారమును పొందు ద్రవ్యముల భౌతిక స్థితియు, వాటి భారపరిమాణములను వివరించుట అత్యావశ్యకము. సాధారణముగా ఉష్ణతాఫలితమును వికారము నొందు ద్రవ్యముల యొక్కగాని, ఉత్పత్తియైన ద్రవ్యములయొక్కగాని, ఒకగ్రాము తుల్యభారమునకు లేదా ఒకగ్రాము అణుభారమునకు అన్వయింపచేయుట ఆచారము. ఈ ఉష్ణతనుకొలుచు ప్రమాణాంకములు, ప్రయోగ పద్ధతులు, భౌతికశాస్త్రములో నున్నవే. చిరకాలమునుండి వాడుకలో నున్న ప్రమాణము గ్రాముకేలోరీ (ఊష్మాంశము). గ్రాముకేలోరీ అనగా ఒకగ్రాము నీటిని శతాంశమానములో 15°నుండి 16°వరకు తాపక్రమము పెంచుటకు అగు ఉష్ణతాపరిమాణము. ఈ అంకము కడుచిన్నదగుటచే, తరచుగా 1000 గ్రాము కేలోరీలను కలిపి కిలోగ్రాము కేలోరీ అను పరిమాణమును శాస్త్రజ్ఞులు కల్పించిరి. శక్తిశాస్త్రప్రకారము 1 కేలోరీ = $4.185 \times 10^7$ అర్గ్‌లు [చూ. శక్తిశాస్త్రము: శక్త్యుష్ణతాతుల్యాంకమను నిర్వచనము]. $10^7$ అర్గ్‌లు ఒక జౌల్‌కు సమానము కాబట్టి 1 కేలోరీ 4.185 జౌల్‌లకు సమానము.

రాసాయనిక క్రియాఫలితముగా జనించిన ఉష్ణతను సాధారణముగా ఒకనిర్దిష్టమైన విశిష్టోష్ణతకలిగిన ద్రవము (మామూలుగా నీరు)లో ఆ రాసాయనిక క్రియను జరిపి, అందువలనకలిగిన తాపక్రమమునందు మార్పులనుపట్టి నిర్ణయించవచ్చును. ఆ ద్రవము (నీరు) యొక్క విశిష్టోష్ణతను, దాని భారముచేతను, తాపక్రమమందలి భేదముచేతను గుణించినచో, ఆ ద్రవమందు జరిగించిన రాసాయనిక ప్రక్రియయొక్క ఉష్ణతాపరిమాణమును నిర్ణయించవచ్చును.

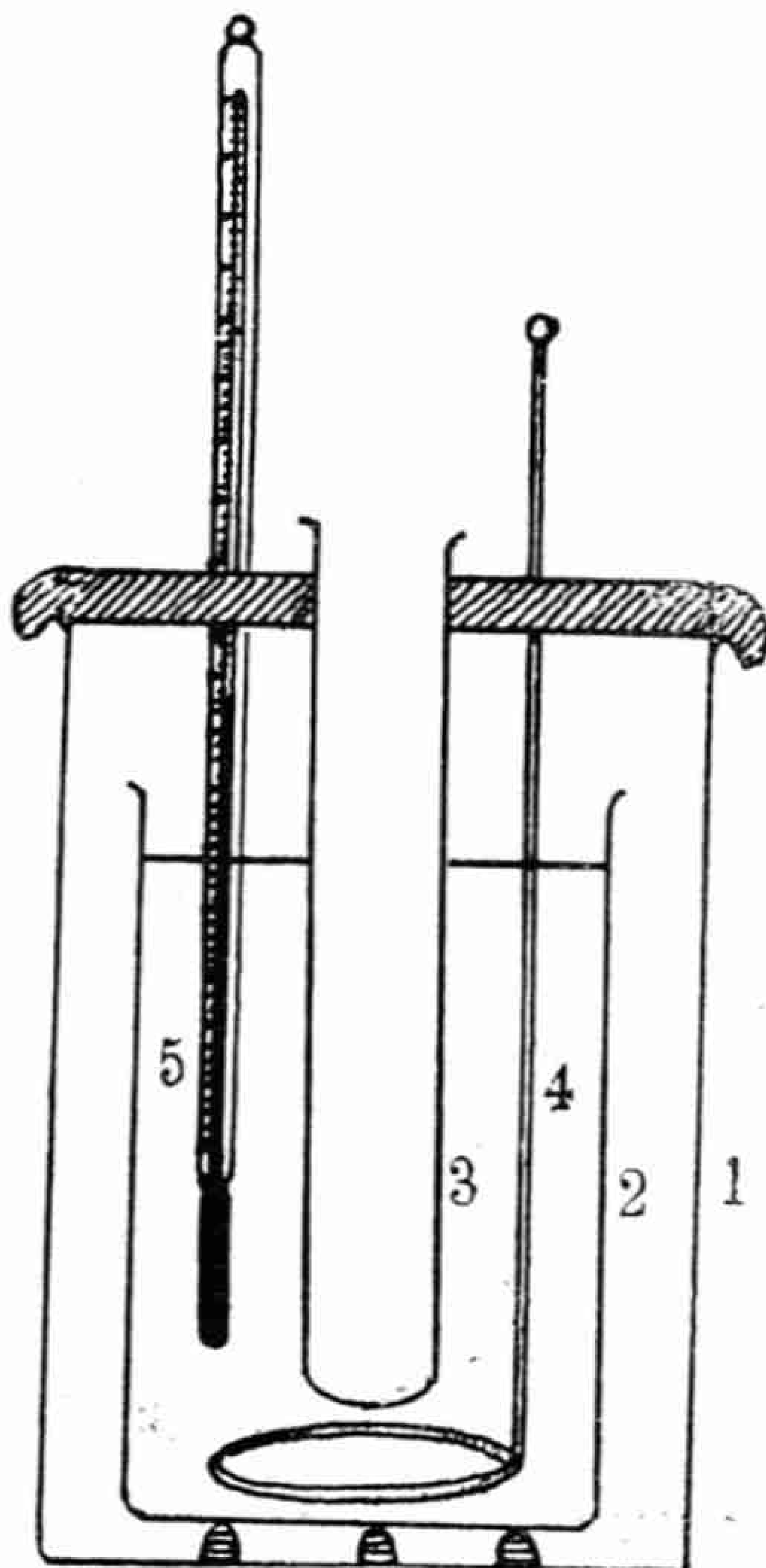
ఉష్ణతాపరిమాణము = ద్రవభారము × ద్రవవిశిష్టోష్ణత × తాపక్రమభేదము.

ఉష్ణతాపరిమాణనిర్ణయమునకు వలయు ముఖ్యోపకరణము ఉష్ణతామాపకము. సుమారు ఒక అర్ధలీటరు ఆయతనము గలిగిన డ్యూవర్ పాత్ర (థెర్మాస్‌ఫ్లాస్కు వంటిది) ఉష్ణతామాపకపాత్రగా ఎక్కువ ఉపయోగకరమైనది. పాత్రయొక్క రెండుగోడలమధ్యను శూన్యస్థలముండుటచే పాత్రలో జనించినవేడి పరిసరములకు తప్పించుకొనిపోలేదు. ఈ వివరములకు, 217 వ పుటలో నున్న 'ఉష్ణతామితి' లో ఉష్ణతామాపకమును చూడనగును.

తాపరాసాయనికశాస్త్రములో హెచ్చువాడుకలోనున్న పరికరము ఓస్ట్‌వాల్డ్ అను జర్మనుదేశపువిజ్ఞానిచే నిర్మితమైనది (చూ. 1 వ పటము). ఇందు '1' అను బయటి పాత్ర రాగితో చేయబడినది. పరిసరములతాపక్రమప్రభావమును పరికరముపై తగ్గించుటకు ఈపాత్ర ఉష్ణతను చొరనీయని ఫెల్టుగుడ్డతో చుట్టియుండును. ఇందులో '2' అను వెండికళాయిపూతగల చిన్నరాగిపాత్ర ఎబొనైట్ దిమ్మలపై నిలబెట్టియున్నది. లోపలిపాత్ర పైపాత్రను తాకకుండుటకై ప్రక్కలనుకూడ అట్టి ఎబొనైట్‌దిమ్మలు అమర్చబడిఉండును. '3' అనునది ప్రయోగనాళము; పరిశీలించవలసిన ప్రక్రియను ఇందులోనే జరిపింతురు. '5' అనునది సునిశితమైన తాపక్రమమాపకము. '4' అనునది నీటిని కలియబెట్టుటకు సాధనము. జ్వలనక్రియలలో జనించు ఉష్ణతాపరిమాణములను నిర్ణయించుటకు ప్రత్యేక జ్వలన ఉష్ణతామాపకములను ఉపయోగింతురు. 2 వ పటములో

ఇంధనములు ఆహార పదార్థములు, మున్నగువాటి జ్వలనోష్ణతానిర్ణయమునకు ఉపయోగపడు బాంబుఉష్ణతామాపకము చూపబడినది.

ఇది గట్టిస్క్రూమూత గలిగి, దళసరిగోడలుగల పాత్ర. దీనిని దృఢమైన ఉక్కుతో తయారుచేయుదురు. దీని లోపలిగోడకు ప్లాటినమ్‌పూత ఉండును. స్క్రూమూత తీసి, ఒక కాడక్రింది చివరను అతికించిన గరిటెలో పరీక్ష్యద్రవ్యమును ఉంచుదురు. (పరీక్ష్య ద్రవ్యము ఘనద్రవ్యమైనచో చిన్న బిళ్లరూపమున తూచి గరిటెలో నుంచెదరు; ద్రవద్రవ్యమైనప్పుడు, దానిని కాగితపు గుజ్జుతోచేసిన బిళ్లతో పీల్పించి, ఆబిళ్ల ద్రవమును పీల్చక ముందును, పీల్చిన తరువాతను తూచినచో తూనికలోని భేదము ద్రవభారమగును).



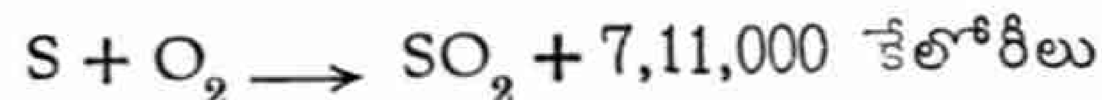

1 వ పటము

ఓస్ట్‌వాల్డ్ కేలోరిమీటరు

1. రాగిపాత్ర; 2. వెండికళాయి పూతగల రాగిపాత్ర (దిమ్మలపై నిలబెట్టబడినది); 3. ప్రయోగనాళము; 4. కలియబెట్టు సాధనము; 5. తాపక్రమమాపకము.

తరువాత పాత్రపై స్క్రూమూత గట్టిగా బిగించి, 25 వాతావరణముల ఒత్తిడిలో ఆక్సిజన్‌ని అందుకొరకుంచబడిన నాళము ద్వారా బాంబులోనికి ఎక్కించి గరిటెలోనున్న ద్రవ్యమును, విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించుచున్న ఇనుప తీగచే మండునట్లు చేయుదురు. ఈ బాంబునంతటిని పైనివర్ణించినట్టి విశాలమగు ఉష్ణతామాపకపుపాత్రలో నుంచి, బాంబులో జ్వలన క్రియాఫలితముగా విడివడిన ఉష్ణతను మామూలు పద్ధతిని కొలుతురు.

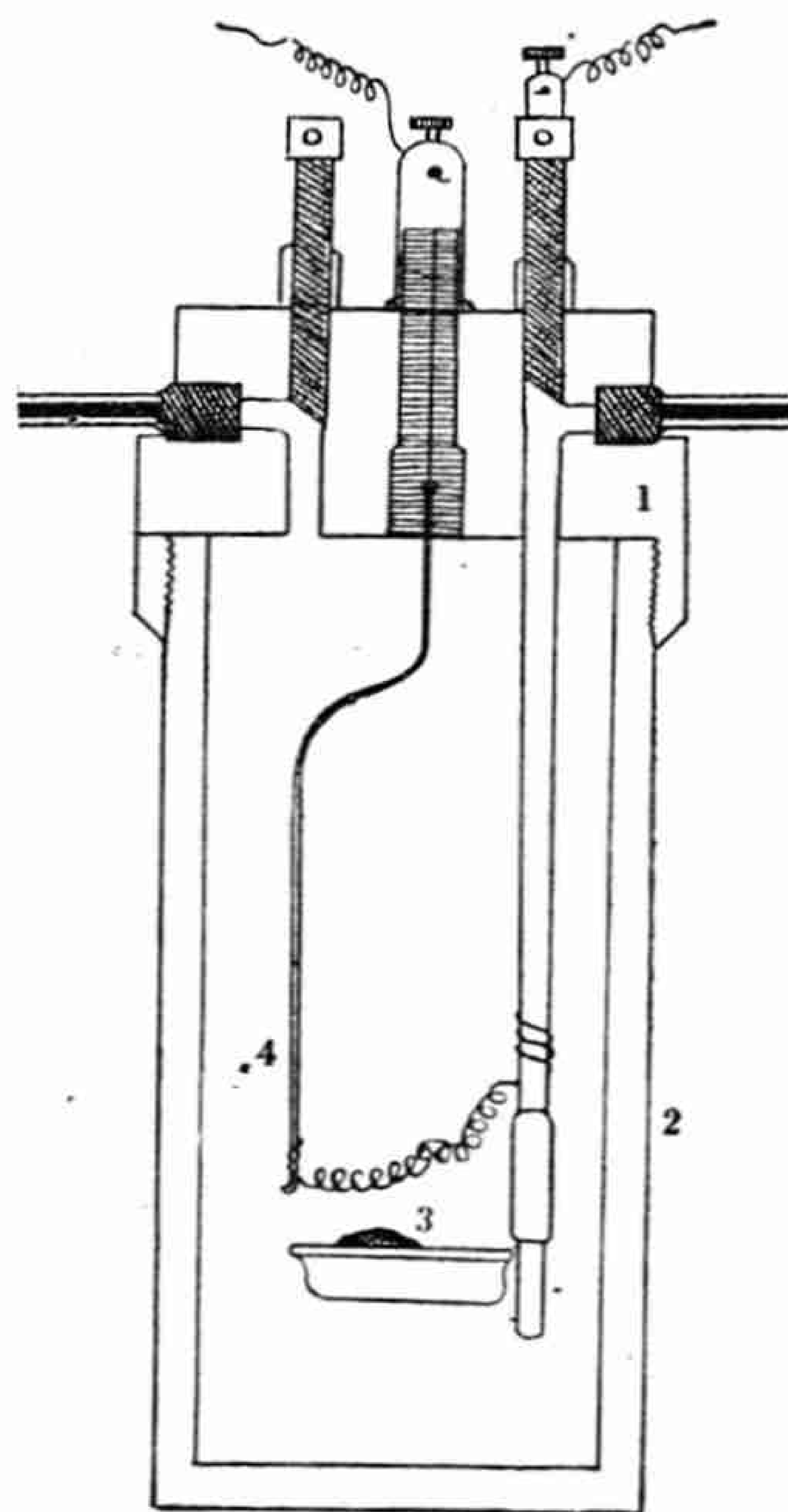
ఈ శాస్త్రమునకు వలయు కేలోరీ సంకేతము రాసాయనిక సమీకరణముతో చేర్చిచూపుట ఆచారము. ఉదాహరణము: గంధకము గాలిలో మండినపుడు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ అను వాయువు జనించును. ఈప్రక్రియయందు ప్రతి 32 గ్రాముల (పరమాణుభారము) గంధకమునకు 7,11,000 కేలోరీల ఉష్ణత వెలువడును. ఈ ప్రయోగఫలితమును క్రింది సమీకరణముచే తెలియజేయవచ్చును:



$$S + O_2 \longrightarrow SO_2 + 7,11,000 \text{ కేలోరీలు}$$

ఇదే విధముగా ప్రతి రాసాయనికక్రియను తెలియచేయు సమీకరణము కేలోరీలతో చేర్చినగాని సమగ్రము కాదు.

ప్రక్రియా స్వభావమును పట్టి దానియందు జనించుఉష్ణతలకు ద్రావణోష్ణత, ఉదకితీకరణోష్ణత, తటస్థీకరణోష్ణత, అయనీభవనోష్ణత, సంయోగోష్ణత, విశ్లేషణోష్ణత, జ్వలనోష్ణత అను వేరువేరు నామములు వాడబడుచున్నవి.




2 వ పటము

బాంబు కేలోరీమీటరు

తాపరాసాయనికశాస్త్రమందలి ప్రయోగఫలితము లన్నియు రెండు ప్రధాన నియమముల రూపమున సూత్రీకరింపబడినవి. ఇందు మొదటినియమము లావ్వాజ్యే, లాప్‌లాస్ అను ఇద్దరు ఫ్రెంచ్ విజ్ఞానులచే స్థాపితము. ఒక యౌగికము మూలద్రవ్యముల నుండి ఏర్పడినప్పుడు ఎంత ఉష్ణత పైకివెడలునో, అంత ఉష్ణతనే ఆ యౌగికమును మూలద్రవ్యములుగా విడగొట్టుటకు కూడ వినియోగించవలెను. ఉదాహరణమునకు, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌వాయువు క్లోరీన్, హైడ్రోజన్‌లనుండి ఏర్పడినపుడు, ప్రతి అణుభారము హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌నకు 42,000 కేలోరీల ఉష్ణత బహిర్గతమగును. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ తిరిగి క్లోరీన్, హైడ్రోజన్ క్రింద విడిపోవలెననిన 42,000 కేలోరీల ఉష్ణతను హరించును.

రెండవనియమము 1840 లో జి. ఎమ్. హెస్ అను రష్యాదేశపు రాసాయనికునిచే ప్రయోగపూర్వకముగా స్థాపించబడినది. ఈ నియమమును క్రింది విధముగా నిర్వచించవచ్చును:

ఒక రాసాయనిక యౌగికము ఘటక ద్రవ్యములనుండి ఏర్పడినప్పుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణత, ఆయౌగికము ఎట్టి ప్రక్రియచే ఏర్పడినను అంతేయుండును. ఇందుకు ఉదాహరణము కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్ విలీనద్రావణము తయారుచేయవలసియున్న దనుకొందము. దీనిని క్రింది రెండు విధానముల చేయవచ్చును:

మొదటివిధానము: కాల్సియమ్‌ఆక్సైడ్ (సున్నము)ను విలీన హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌లో కరగించుట:

1 అణుభారము కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్ + 2 అణుభారములు విలీనహైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్ = విలీనకాల్సియమ్ క్లోరైడ్ + 46,000 కేలోరీల ఉష్ణత.

రెండవవిధానము: ఇందులో మొదట కాల్చిన సున్నమును నీటితో తడుపుట:

1 అణుభారము సున్నము + 1 అణుభారము నీరు = 1 అణుభారము కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ + 15,000 కేలోరీలు.

ఈ కాల్సియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్‌ను మరింతనీటిలో కరగపెట్టినపుడు:

కాల్సియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్ + విస్తారమునీరు = కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ విలీనద్రావణము + 3,000 కేలోరీలు.

ఈవచ్చిన కాల్సియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్‌విలీనద్రావణమును విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో చేర్చుట.

విలీనకాల్సియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్‌ద్రావణము + విలీన హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌ద్రావణము = కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్ విలీనద్రావణము + 28,000 కేలోరీలు.

మొదటివిధానమున ఒకమజిలీలోనే రాసాయనిక ప్రక్రియ ముగిసినది. అందు విడివడినఉష్ణత 46,000 కేలోరీలు. రెండవవిధానమున మూడుమజిలీలలో రాసాయనిక కార్యము ముగిసినది. ఈ మూడు ఆంశిక ప్రక్రియలందు వేర్వేరుగా 15,000; 3,000; 28,000 కేలోరీల ఉష్ణతలు విడివడినవి. ఈమూడిటి మొత్తము 46,000 అగును. దీనివల్ల హెస్‌నియమము ప్రాయోగికముగా సమర్థింపబడినది.

ద్రావణోష్ణత: ఒకఅణుభారముయౌగికము విలీనద్రావణ మగుటకు సరిపడిన (అనగా 200-300 అణుభారముల) నీటిలో కరగినపుడు బహిర్గతమైన ఉష్ణతకు ద్రావణోష్ణత అని పేరు.

ఒక అణుభారము పొటాసియమ్‌నైట్రేట్ + 350 అణుభారములు నీరు = పొటాసియమ్‌నైట్రేట్ + (−8,489 కేలోరీలు). ఈ ఉదాహరణములో ఋణచిహ్న ప్రక్రియలో ఉష్ణత బహిర్గతమగుటకు బదులుగా ప్రక్రియాఫలితముగా విచూషితమైనదని తెలియజేయును. అందువలన తీసికొన్న నీటికన్న ద్రావణము చాల చల్లగా నుండును.

ఉదకితీకరణోష్ణత: గ్రాము అణుభారపుయౌగికము నీటితో సంయోగించి ఉదకితయౌగికము ఏర్పడినప్పుడు బహిర్గతమగుఉష్ణతకు ' ఉదకితీకరణోష్ణత ' అని పేరు.

1 అణుభారము నిర్జలమగ్నీషియమ్‌సల్ఫేట్ + 7 అణుభారముల నీరు = మగ్నీషియమ్‌సల్ఫేట్, సప్తోదకితము ($MgSO_4 ; 7H_2O$) + 24,100 కేలోరీల ఉష్ణత.

తటస్థీకరణోష్ణత: ఒకగ్రాముతుల్యభారము ఆమ్లము ఒకగ్రాముతుల్యభారము లవణాధారముతో విలీనద్రావణరూపమున రాసాయనికముగా సంయోగించి లవణద్రావణము ఏర్పడునప్పుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు 'తటస్థీకరణోష్ణత' అని పేరు.

బలవత్తరమైన ఆమ్లము బలవత్తరమైన లవణాధారమును తటస్థీకరించినపుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణత 13,700 కేలోరీలు. ఈ ఉష్ణతారాశి స్థిరము. దీనికి ఆమ్ల.లవణాధార స్వభావముతో ఐక్యములేదు.

తుల్యభారము సోడియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్ గల విలీనద్రావణము + తుల్యభారము గల నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ద్రావణము = సోడియమ్‌నైట్రేట్‌విలీనద్రావణము + 13,700 కేలోరీలు. ఈ తటస్థీకరణోష్ణత బలవత్తరఆమ్లముల, లవణాధారముల విషయమై ఇట్లు ఏకరూపముగా నుండుటకు కారణము ఈ సంఘటనలన్నిటిలోను జరుగు మార్పులో భేదము లేకుండుటయే. ఆమ్ల, లవణ ద్రావణములలో నున్న హైడ్రోజన్ ($H^+$), హైడ్రాక్సిల్ ($OH^-$) అయన్‌ల సంయోగమువలన నీరు ఏర్పడును. 13,700 కేలోరీలఉష్ణత నిజముగా దాని అయన్‌లనుంచి నీరు ఏర్పడునప్పుడు బహిర్గతమగును.

సంయోగోష్ణత: ఒక అణుభారము యౌగికము మూలద్రవ్యములనుండి ఏర్పడునపుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు ' సంయోగోష్ణత ' అని పేరు.

ఒక అణుభారము హైడ్రోజన్ + ఒక అణుభారము క్లోరిన్ = 2 అణుభారముల హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ + 41,000 కేలోరీలు.

జ్వలనోష్ణత: పరమాణుభారము మూలద్రవ్యముకాని, 1 అణుభారము యౌగికముకాని ఆక్సిజన్‌లో మండునపుడు బహిర్గతమగు ఉష్ణతకు ' జ్వలనోష్ణత ' అని పేరు.

1 పరమాణుభారము కార్బన్ + 1 అణుభారము ఆక్సిజన్ = 1 అణుభారము కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ + 96,960 కేలోరీలు.

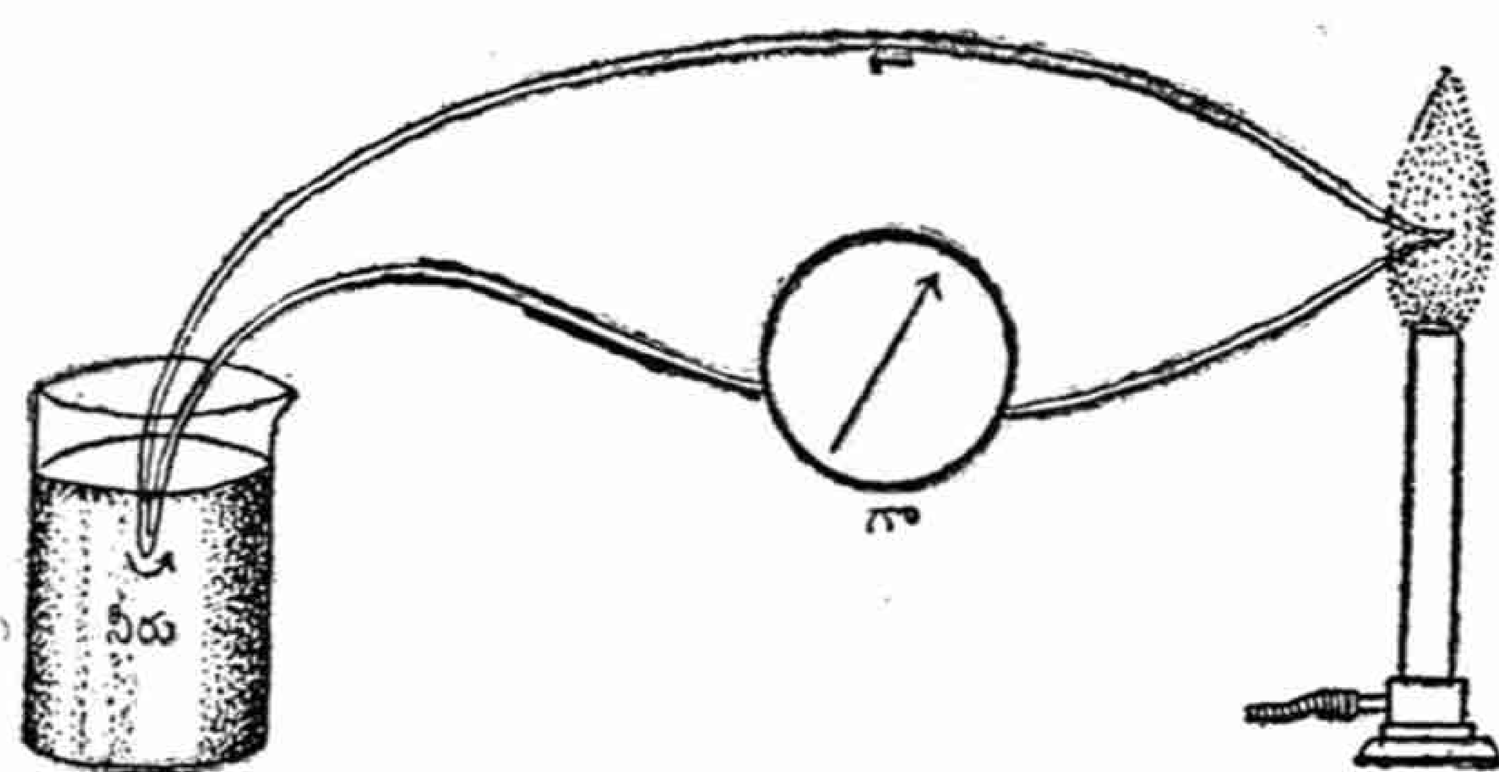
పి. యు. నా.

తాపవిఘటనము: చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము.

**తాపవిద్యుత్తు :** విద్యుత్తుతాపముక్రింద, తాపము విద్యుత్తుక్రింద అవ్యవహితముగా మారు పరిస్థితులను తెలుపు శాస్త్రము తాపవిద్యుచ్ఛాస్త్రము. విద్యుత్తు ప్రత్యక్షముగా తాపముక్రింద మారునను విషయము వస్తువులను వేడిచేయుటకు మనము ఉపయోగించు విద్యుత్పరికరములవలన మనకు తెలియుచున్నది. ఎంత విద్యుచ్ఛక్తికి ఎంత తాపము జనించునో ఆ విషయమును జౌల్ నియమము (చూ. పు. 346) తెలుపుడుచేయుచున్నది. ఇట్లు విద్యుత్తును తాపముక్రింద అవ్యవహితముగా మార్చుట సులభమైనను, వ్యుత్క్రమప్రక్రియ అనగా, తాపమును అవ్యవహితముగా విద్యుత్తుక్రింద మార్చుట అంతసులభము కాదు. విద్యుజ్జనక యంత్రములు తాపమును ఇంజనులద్వారా గమనశక్తిగా మార్చి ఈ శక్తిని డైనమో నడుపుటకు ఉపయోగించి, విద్యుచ్ఛక్తిని ఉద్భవింపచేయుచున్నవి. ఈ ప్రక్రియలలో వాడుకచేసిన తాపమునకును, పర్యవసానముగా అగుపించు విద్యుచ్ఛక్తికిని మధ్యను రెండుప్రక్రియలయిన కలవు. అందుచే ఇది తాపమును తిన్నగా విద్యుత్తుక్రింద మార్చు ప్రక్రియకాదు.

కాని, తాపశక్తిని ప్రత్యక్షముగా విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చ గలిగిన మరియొక విధానము గలదు. అనగా, తాపమును ఏమధ్య పరికరముసహాయములేకుండా తిన్నగా విద్యుచ్ఛక్తిలోనికి మార్చవచ్చును.

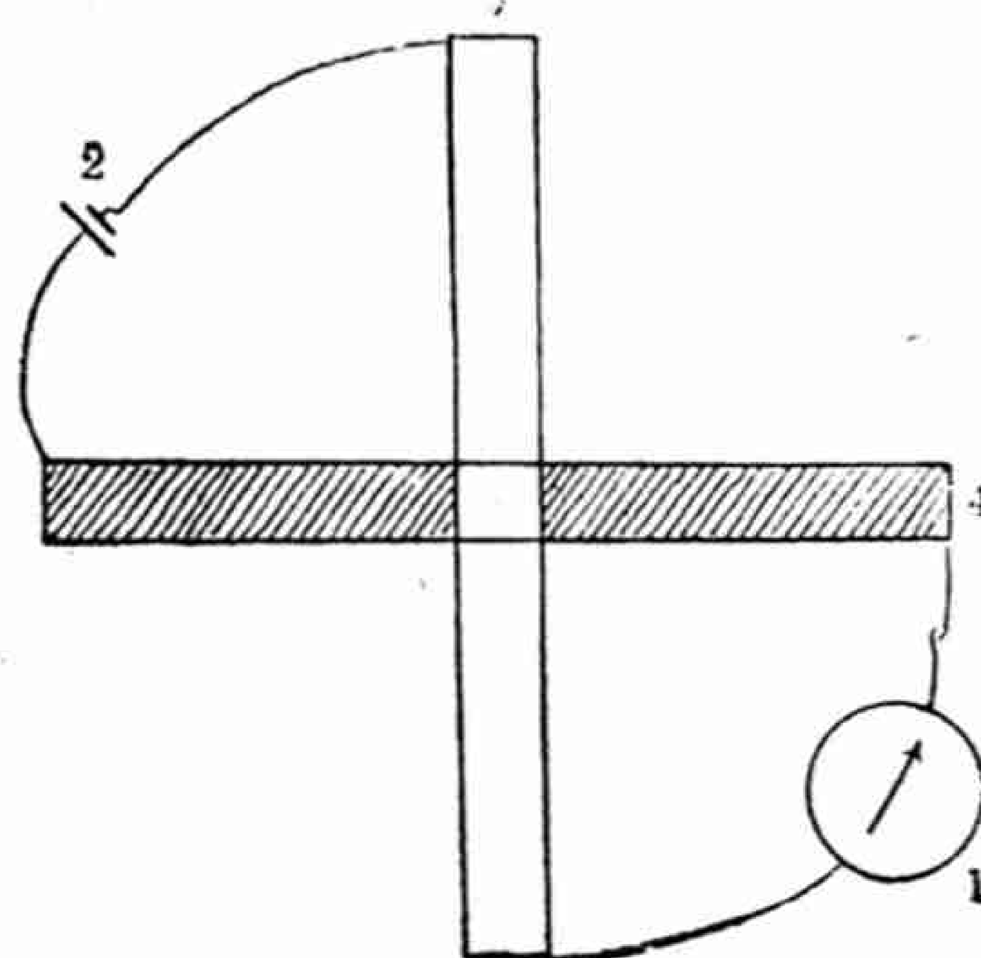
1826 లో 'జేబెక్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు రెండు వేరు వేరు ధాతువులచే నిర్మితమైన వలయపు రెండు కొనలను వేరువేరుతాపక్రమములలో నుంచిన వలయమందు విద్యుత్తు ప్రవహించునట్లు విద్యున్మాపకసహాయమున రుజువుచేసెను. ఒకవలయమందు విద్యుత్తు ప్రవహించుటకు విద్యుచ్చాలక బలము కారణము కనుక, వలయమందెచ్చటనో ఇట్టిబలము ఉండి తీరవలయును.ఈ బలము చాలసూక్ష్మ పరిమాణము కలిగినదైనను, దానిని చిన్నప్రయోగముచే రుజువుచేయవచ్చును. ఒకరాగితీగను, ఇనుపతీగను టంకముతో అతికి, ఆ అతికినకొనను, బున్‌సెన్ జ్వాలలోనుంచి



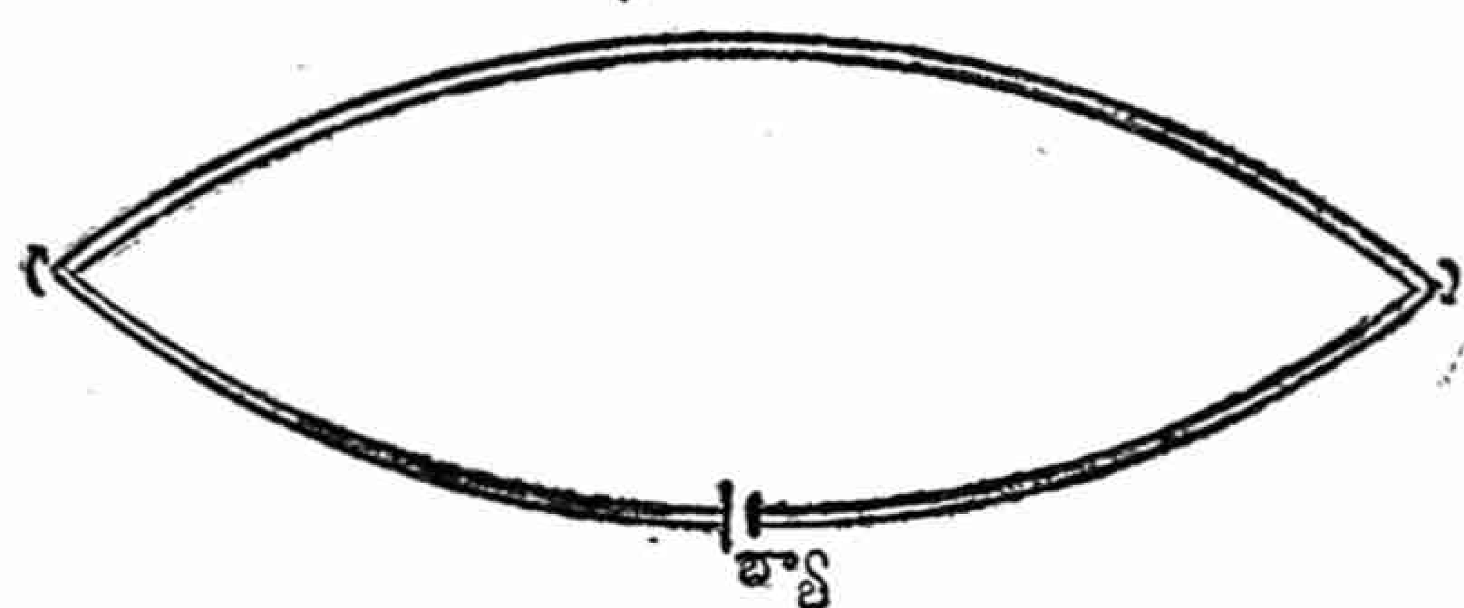

జేబెక్ ఫలితము

స్వేచ్ఛగా నున్న కొనలను ఒకసూక్ష్మగ్రాహియగు విద్యున్మాపక అగ్రములకు కలిపిన మాపకసూచి ఈవలయపు తెర్మోకపుల్ లో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నట్లు కనపర్చును. ఈ ఫలితమునకు 'జేబెక్ ఫలిత'మని పేరు. ఇట్లు ధాతు సంధివద్ద ఉద్భవించు విద్యుచ్చాలకబలము సంధించబడిన ధాతువులు, రెండుకొనలమధ్య గల తాపక్రమవ్యత్యాసమునుబట్టి ఉండును. ఒక నియత తాపక్రమవ్యత్యాసమునకు ఆంటిమోని - బిస్మత్తు సంధి ఉద్భవింపజేయు విద్యుచ్చాలకబలము గరిష్ఠము. ఈబలము సాధారణముగా కొన్నిమైక్రో వోల్టులశ్రేణిలో ఉండును (మైక్రో వోల్టు అనగా వోల్టులో పదిలక్షవభాగము).

పెల్టియర్‌ఫలితము : పైప్రకరణములో రెండు ధాతువులచే చేయబడిన వలయపుసంధులలో నొకదానిని వేడిచేసిన వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించునని తెలిసికొంటిమి. అట్టి వలయము గుండా పైనుంచి విద్యుత్తును ప్రవాహముగా పంపించినచో ఆ వలయపు సంధులలో ఒకటిపరిసరముల కన్న వేడిగాను, రెండవది పరిసరములకన్న చల్లగాను, అగునని 1834 లో పెల్టియర్ కనుగొనెను. ఈ సంఘటనకు 'పెల్టియర్ ఫలిత'మని పేరు. ఒక ప్రయోగములో




పెల్టియర్ క్రాస్

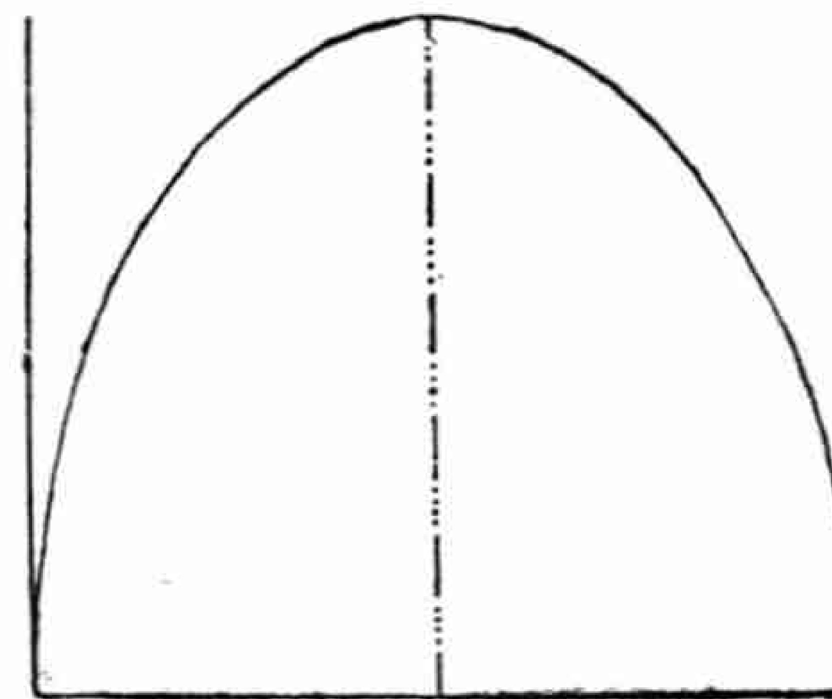



పెల్టియర్ ఫలితము

ఆంటిమోనికడ్డీపై బిస్మత్తుకడ్డీని అడ్డముగా అతికించిన ఒక పరికరమును పెల్టియర్ వాడుకచేసెను. ఆంటిమోనినుండి విద్యుత్ప్రవాహమును పంపినచో ధాతు కడ్డీల మధ్య సంధి పరిసరములకన్న చల్లగానైనది. విద్యుత్ప్రవాహమును విరుద్ధదిశలో పంపించినపుడు సంధి వేడెక్కినది.

**థామ్సన్‌ఫలితము :** తెర్మోకపుల్‌లో సంధిస్థానమందే కాక వేరువేరు తాపక్రమములోనున్న ఒకతీగయొక్క వేరువేరుభాగములుకూడా విద్యుచ్చాలకబలమును ఉద్భవింపజేయకల వను విషయమును లార్డ్ కెల్విన్ నిరూపించెను. ధాతువాహకములయందు విద్యుత్ప్రవాహము సిద్ధాంతప్రకారము ఎలక్ట్రాన్‌లప్రవాహమే గనుక రాగి, ఇనుము తెర్మోకపుల్‌లో రాగితీగలో ఉష్ణతాస్థలమునుండి శీతస్థలమువైపును, ఇనుపతీగలో దీనికి విరుద్ధదిశలోను ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రవహించును.

**ఈ పై ఫలితముల వివరణ :** తెర్మోకపుల్‌లో విద్యుత్ప్రవాహమును పంపించగలశక్తి ఏదైయుండునని మనము ప్రశ్న వేసికొనినపుడు, ధాతువులయందు మనకు ఏమార్పులును ఈ కార్యమందు కనబడవు కనుక, బున్‌సెన్ జ్వాలచే సరఫరా అయినతాపమే ఈ విద్యుత్ప్రవాహమును పోషించుటకు కారణమని చెప్పవలెను. అట్లయినచో, ఈ రెండు ధాతువుల సంధివద్దనే వేడి విద్యుత్తుగా మారుచున్నదని చెప్పకతప్పదు. అనగా, ఈ రెండు తీగలసంధికి వ్యత్యస్తముగా, ఒక ధాతువునుండి మరొక ధాతువునకు విద్యుచ్చాలక బలమొకటి పనిచేయుచున్నట్లు అగుపడుచున్నది. ఈ వలయపు రెండుసంధులును ఒకేతాపక్రమమందున్నచో రెండు సంధులును విరుద్ధవిద్యుచ్చాలకబలములను సమముగా ఉద్భవింపజేయుటచే ఫలబలము శూన్యమై వలయములో విద్యుత్ప్రవాహము ఉండదు. ఈ పైని నిరూపించిన సంఘటనలను, ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతదృష్ట్యా క్రిందివిధమున వివరించవచ్చును. తెర్మోకపుల్‌లో సంధింపబడిన రెండుధాతువుల యందును గల ఎలక్ట్రాన్‌లవేగము, సాంద్రత ఒకలాగున ఉండవు. అందుచే హెచ్చు ఎలక్ట్రాన్‌ల సాంద్రతగల ధాతువునుండి, తక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌సాంద్రత గల ధాతువువైపు ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రవహించుట కుంకించును. రాగితీగకు, ఒక ఇనుపతీగను కలిపి, కల్పించినవలయములో వలయమంతయు,సమతాపక్రమములో నున్నప్పుడు ఎలక్ట్రాన్ సాంద్రత ఎక్కువగానున్న ఇనుమునుండి రాగివైపు ఎలక్ట్రాన్‌లు తప్పక ప్రవహించును. కాని, ఈ ప్రవాహము తక్షణమే ఆగిపోవును. ఏలన, ఈ ప్రవాహ ఫలముగ రాగితీగ ఎలక్ట్రాన్‌లను అధికముగ స్వీకరించుటచే దానియందు కలిగిన ఋణావేశము ఎలక్ట్రాన్‌లను మరి చేరనీయదు. కాని, ఆ వలయపుసంధులలో ఒక దానిని వేడిచేయుటకు మొదలిడినక్షణములో ఈ ప్రవాహము మరల మొదలిడును. ఏలన, ఈ రెండుతీగలకు సంబంధించిన ఎలక్ట్రాన్ సమూహముల సాంద్రత, వేగము తీగలు వేడిచేయుటవలన ఒకేవిధముగా మారవు.మార్పులో వ్యత్యాసముండుటచే రెండు సంధులవద్దను వివిధపరిమాణములుగల విద్యుచ్చాలక బలములు ఉద్భవించును. దీని ఫలితముగ వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఈ పై వివరణ యథార్థమైనచో ఒక సంధి వేడెక్కుకొలది విద్యుత్ప్రవాహము ఎక్కువగుచుండవలెను.



తాపవిద్యుత్ రేఖ

కాని, ప్రయోగమట్లు చూపదు. మొట్టమొదట ప్రవాహము ఉద్భవింపజేయు విద్యుచ్చాలకబలము తాపక్రమముతో పెరిగి గరిష్ఠమై మరల తగ్గుటకు ఆరంభించును. ఈ విషయము నీప్రక్క రేఖాచిత్రముచే సూచించవచ్చును. విద్యుచ్చాలకబలము ఈ గతిని స్వీకరించుటకు ఒక కారణము ఉండవలెను. జేబెక్‌చే దృష్టమగు ఫలితము నిజముగా నాలుగు వివిధములగు విద్యుచ్చాలకబలముల మొత్తపు ఫలము. ఈ నాలుగును ఎవ్వియన: రెండుసంధులవద్ద రెండు, రెండు తీగల వెంట మరి రెండు. ఈ నాలుగు విద్యుచ్చాలక బలములును వేడికి పరస్పర విరుద్ధదిశలలో మారుటచే పై రేఖా చిత్రములో కనబర్చిన విద్యుచ్చాలకబలగతి సంఘటించినది.

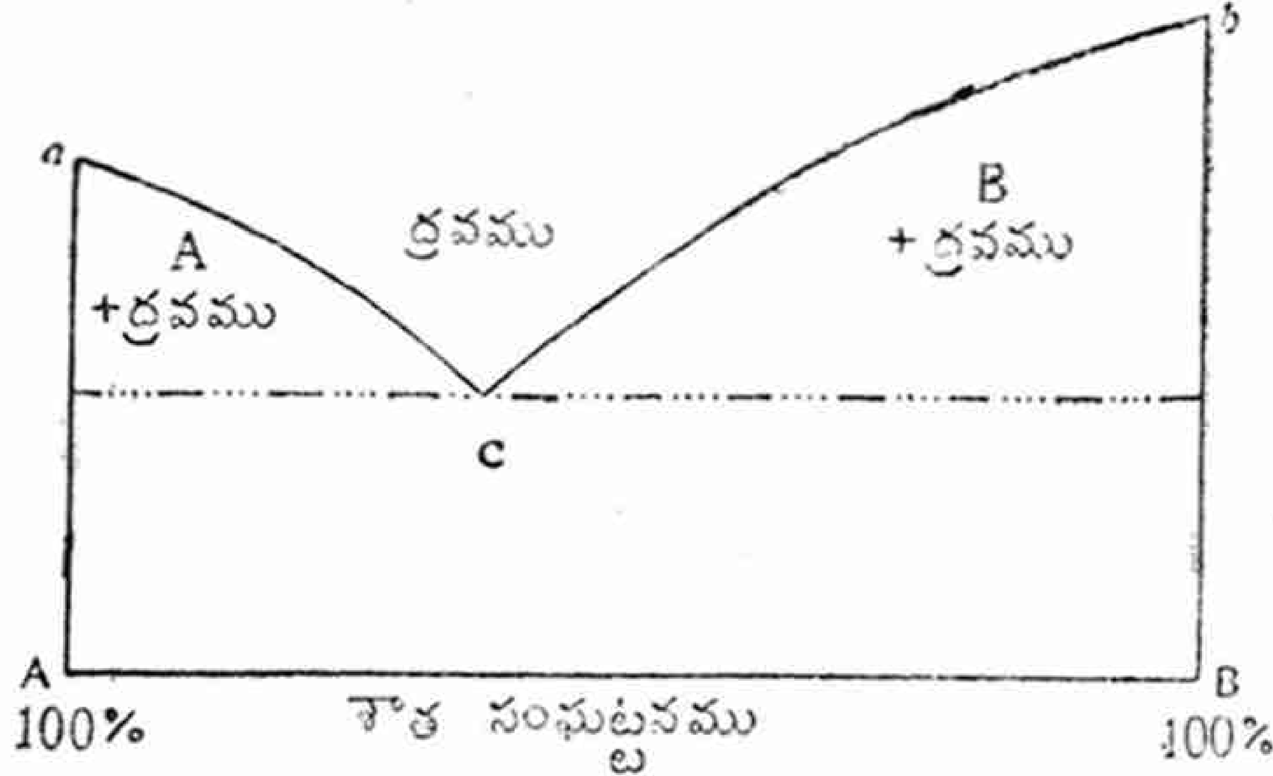
త. స. న. మూ.

**తాపవిశ్లేషణము :** రెండు ఘనద్రవ్యములు ద్రవీభూతస్థితిలో పరస్పరము లీనమై ఏకరూపమగుద్రావణము ఈయగలిగెనేని, ఈ ద్రావణము చల్లారునపుడు దాని ప్రవర్తనను పరిశీలించినచో ఆ రెండు ద్రవ్యములును పరస్పరము రాసాయనికముగా సంయోగించి యౌగికముల నిచ్చునో, లేదా తటస్థములుగా నుండునో నిర్ణయించవచ్చును. ముఖ్యముగా ధాతుమిశ్రముల గురించియు, కార్బన్‌యౌగిక మిశ్రముల గురించియు ఉపయోగ్యమగు ఈ అనుశీలన పద్ధతికి 'తాపవిశ్లేషణము' అని పేరు.

A, B అను పేరులుగల రెండు ద్రవ్యములు యౌగికమేదియు ఏర్పడకుండ ద్రవస్థితిలో కలియుననుకొందము. ఈ మిశ్రమును ద్రవీభవనతాపక్రమమువద్దనుండి చల్లార్చునపుడు దృశ్యమగు సంఘటనలను ద్రవీకరణ రేఖలచే 1 వ పటములో (పు. 382) కనుపరచినట్లు నిరూపించవచ్చును.

AB అను భుజాక్షముపై రెండుద్రవ్యములు అణుభార శతాంశములలో నిరూపించబడినవి. మొదట శుద్ధమైన A తో బయలుదేరి క్రమముగా B నిష్పత్తి హెచ్చుచేయుచు, కొనకు శుద్ధమైన B తో ముగింపుకు వచ్చినట్లు

ఆ శాతములు నిరూపితములైనవి. లంబాక్షముపై శుద్ధ ద్రవ్యముల యొక్కయు, లేదా ద్రవ్యమిశ్రముల యొక్కయు



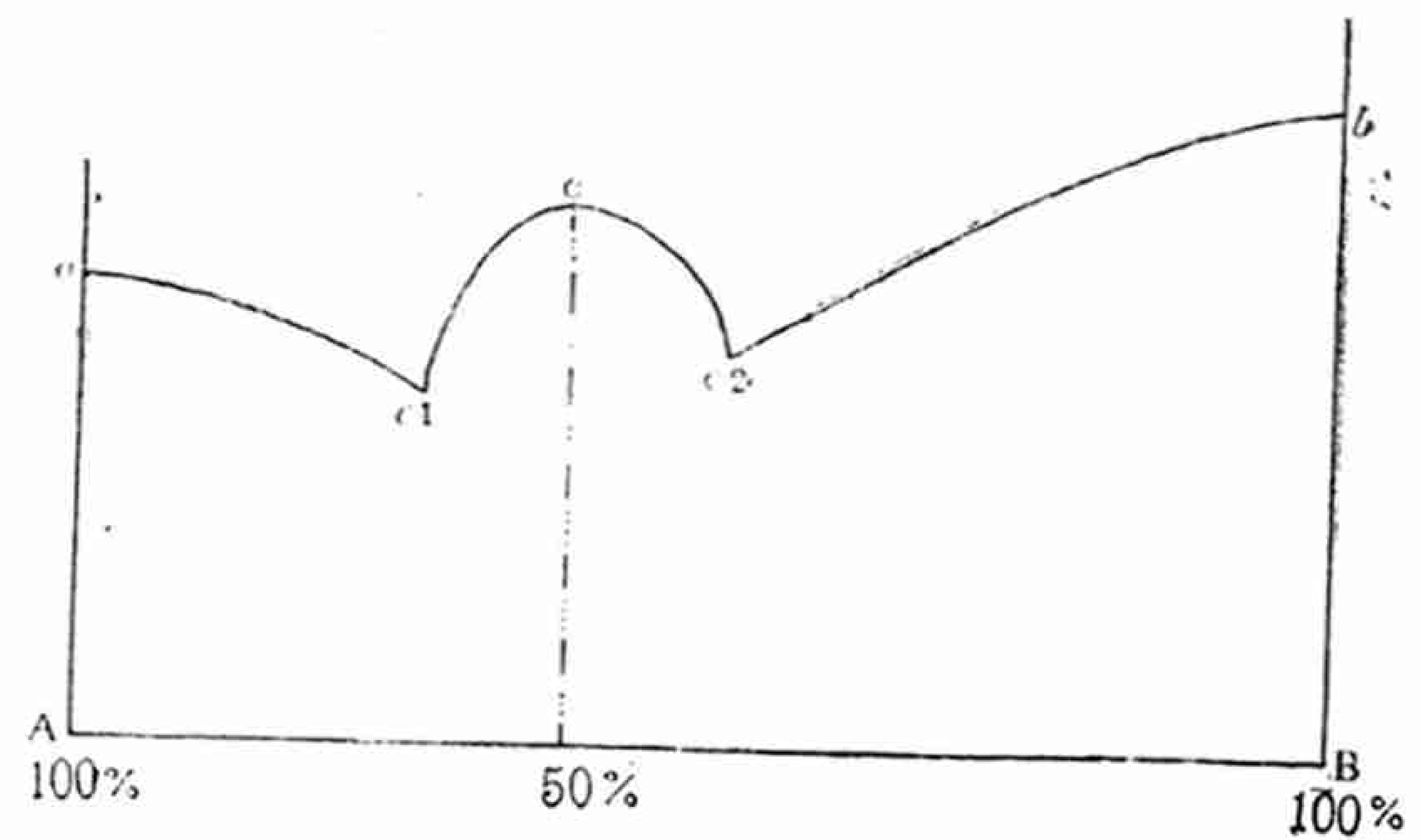

1 వ పటము

యౌగికములులేని ధాతుమిశ్రముయొక్క ద్రవీభవనరేఖ

ఘనీభవన (ప్రారంభక) తాపక్రమములు నిరూపించబడినవి. శుద్ధమైన A ఘనీభవనతాపక్రమము a చేత తెలియజేయబడినది. ఘనీభవనాంకనిమ్నన నియమప్రకారము A యొక్క ఘనీభవనతాపక్రమము B లీనమైయుండుట చేతను, అటులనే B యొక్క ఘనీభవనతాపక్రమము A లీనమైయుండుటచేతను లీనమైన B, A రాశులబట్టి తగ్గుచుండును.

ఎక్కువ A లో B లీనమై ద్రావణస్థితిలో ఉన్నదని అనుకొనుటకు వీలయిన ఏదేని ద్రవీకృతద్రావణముతో బయలుదేరి దానిని మెల్లగా చల్లారనిచ్చినచో మిశ్రము నుండి A ఘనస్థితిలో శుద్ధస్ఫటికములక్రింద వేరుపడుటకు మొదలిడును. ద్రావణమునుండి A వేరగుకొలదియు దానిలో B నిష్పత్తి ఎక్కువగుచుండును. ఘనీభవనతాపక్రమము ద్రావ్యసాంద్రతతో తగ్గుచుండును గనుక A యొక్క స్ఫటికీకరణ (ఘనీభవన) తాపక్రమము క్రమముగా తగ్గుచుండును. ఈ తగ్గింపు వరుసను 'ac' అను రేఖ కనబరచుచున్నది. ఈ తగ్గింపు c అను బిందువువరకును జరుగును. c అను తాపక్రమమువద్ద A తోబాటు B కూడ స్ఫటికీభవించుటకు దొరకొనును. ఇదే ప్రకారమున ఎక్కువ B లో కొద్ది A విలీనమైయున్న ద్రావణమును మెల్లగా చల్లార్చిన, ద్రావణమునుండి B స్ఫటికములుగా వేరుపడుటకు మొదలిడి ద్రావణమున A నిష్పత్తి హెచ్చుకొలది ద్రావణపు ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గుచుండును. ఈ తగ్గింపుకూడ 'bc' అను రేఖమీద c వరకు జరుగును. c వద్ద B తోపాటు A కూడ ఘనీభవించి స్ఫటికములుగా వేరగును. A, B లు రెండును ప్రక్కప్రక్కలను వేరు వేరు ఘనస్థితులలోనుండు స్ఫటికములరూపమున c వద్ద కలిసి ఘనీభవించును. అనగా ద్రవస్థితిలోనున్నద్రవ్యము మొత్తముగా c వద్ద ఘనీభవించును. ఇదివరకు 'ac' మీదగాని లేదా 'bc' మీదగాని A లేదా B శుద్ధస్ఫటికరూపమున వేరుపడుటయు, తక్కినద్రవ్యము ద్రవస్థితిలో నుండుటయు కంటిమి. c వద్ద ద్రవమంతయు చల్లారి మొత్తముగా గట్టిపడును. అందువలన c అను బిందువు నిమ్నతమమైన ఘనీభవనతాపక్రమమును తెలియజేయును. దీనికి 'యుటెక్టిక్' (సుద్రవ) బిందువని పేరు. A, B లు రెండును కల ద్రవ్యమిశ్రమునేదేని తీసికొని ద్రవీకరించి మెల్లగా చల్లారనిచ్చినను, యుటెక్టిక్ మిశ్రములోనున్న నిష్పత్తి ఎక్కువగా నున్న A గాని, B గాని మొదట శుద్ధస్ఫటికస్థితిలో వేరై కొనకు యుటెక్టిక్ నిష్పత్తిగల ద్రవ్యమిశ్రము సిద్ధించును, అనగా ఒక నిర్దిష్ట A, B ల రాశి నిష్పత్తిగలిగి A, B ల మిశ్రము అన్నింటికన్న తక్కువ ఘనీభవనతాపక్రమముగల మిశ్రమొకటి ఫలించును. యుటెక్టిక్ నిష్పత్తిగల ద్రవ్యమిశ్రమును తీసికొని ద్రవీకరించి చల్లార్చినచో ద్రవమంతయు ఒకే తాపక్రమమువద్ద సూటిగా గట్టిపడును. యుటెక్టిక్ ద్రవ్యమిశ్రమునకు భిన్నమైన ద్రవ్యమిశ్రములనన్నిటిని ఇట్లే యొనర్చినచో యుటెక్టిక్ ద్రవ్యమిశ్రములోకన్న A ఎక్కువగానున్న A యును, B ఎక్కువగానున్న B యును, మొట్ట మొదట శుద్ధఘన స్ఫటికములుగా వేరగుటకు మొదలిడి, కొనకు యుటెక్టిక్ ద్రవ్యనిష్పత్తిని చేరుకొనిన తరువాత ద్రవ్యమంతయు నొక నిర్దిష్ట తాపక్రమమువద్ద అమాంతము ఘనీభవించును.

A, B లు పరస్పరము రాసాయనికముగా సంయోగించి యౌగికము లేర్పడినపుడు కనబడెడు సంఘటన పరంపర (చూ. 1 వ పటము) నిరూపించిన దానికన్న చాలభిన్నముగా నుండును. ఆ యౌగికమునకు ఒక నిర్దిష్ట ఘనీభవనాంకము ఉండును. ఆ విషయము 2 వ పటములో c అను బిందువువద్ద చూపబడినది.




2 వ పటము

యౌగికమేర్పడినప్పుడు ధాతుమిశ్రముయొక్క ద్రవీభవనరేఖ.

ఈ రేఖాచిత్రమును పరిశీలించుటలో శ్రద్ధవహించవలసిన విషయము లేవియన, $ac_1$ అను రేఖవెంబడి శుద్ధమైన A ద్రవ్యమునకు B ని చేర్చుచున్నకొద్ది A ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గుచుండును. $c_1$ వద్ద ఒక కనిష్ఠతాపక్రమము తారసిల్లును. ఇచ్చట ద్రవమునుండి A అను, A, B ల మధ్య ఏర్పడిన యౌగికమును కలిసి వేరువేరుగా స్ఫటికీభవించును. ఇంకను B చేర్చినచో ఘనీభవనతాపక్రమము వృద్ధియగుచు c వద్ద గరిష్ఠమూల్యముగలది యగును. ఇంకను B ని చేర్చినచో మరల ఘనీభవనతాపక్రమము తగ్గుచు వ్యవస్థ $c_1c_2$ రేఖవెంబడి పయనించి $c_2$ చేరుకొనినప్పుడు మరల నొక కనిష్ఠతాపక్రమము తారసిల్లును. ఇచ్చట అనగా $c_2$ వద్ద, A, B ల యౌగికమును, B యును, చేరి వేరువేరుస్ఫటికములుగా ఘనీభవించును. $bc_2$ అను రేఖ రేఖాచిత్రమును సంపూర్ణమొనరించును. ఈ రేఖ B కి A చేర్చినచో ఎట్లు ద్రావణముయొక్క ఘనీభవన తాపక్రమము తగ్గునో నిరూపించును. ఈ 2 వ పటమునందు మనకు $c_1$, $c_2$లు అను రెండు యుటెక్టిక్ బిందువులు కనబడుచున్నవి. ఈ రెంటి మధ్యను గోపురాకారముననున్న రేఖనెత్తిమీద గరిష్ఠఘనీభవనతాపక్రమ మగపడుచున్నది. ఇదియే AB ల మధ్య ఏర్పడు యౌగికపు ద్రవాంక బిందువు. ఈబిందువున కిరువైపులను Aని చేర్చినగాని, Bని చేర్చినగాని యౌగికపు ద్రవాంకము తగ్గును. పరద్రవ్యమును లీనము చేసికొన్నప్పుడు ఒక శుద్ధద్రవ్యపుద్రవాంక మెప్పుడును తగ్గునను భౌతిక రాసాయనికనియమముననుసరించి c వద్ద తారసిల్లు తాపక్రమము, శుద్ధద్రవ్యపు ద్రవాంకమనియే నిశ్చయించవలెను. ఏలన c వద్ద కన్పట్టు ద్రవ్యసంయోగమునకు A, B లలో దేనినిచేర్చినను ద్రవాంకము తగ్గుటయే సంఘటిల్లుచున్నది. c వద్ద శుద్ధ ద్రవ్యముండుటకు అచ్చట AB ల మధ్య, విశిష్టలక్షణములు గల ఒక నియత పారిమాణికనిష్పత్తిలో యౌగికము ఏర్పడి ఉండవలెను.

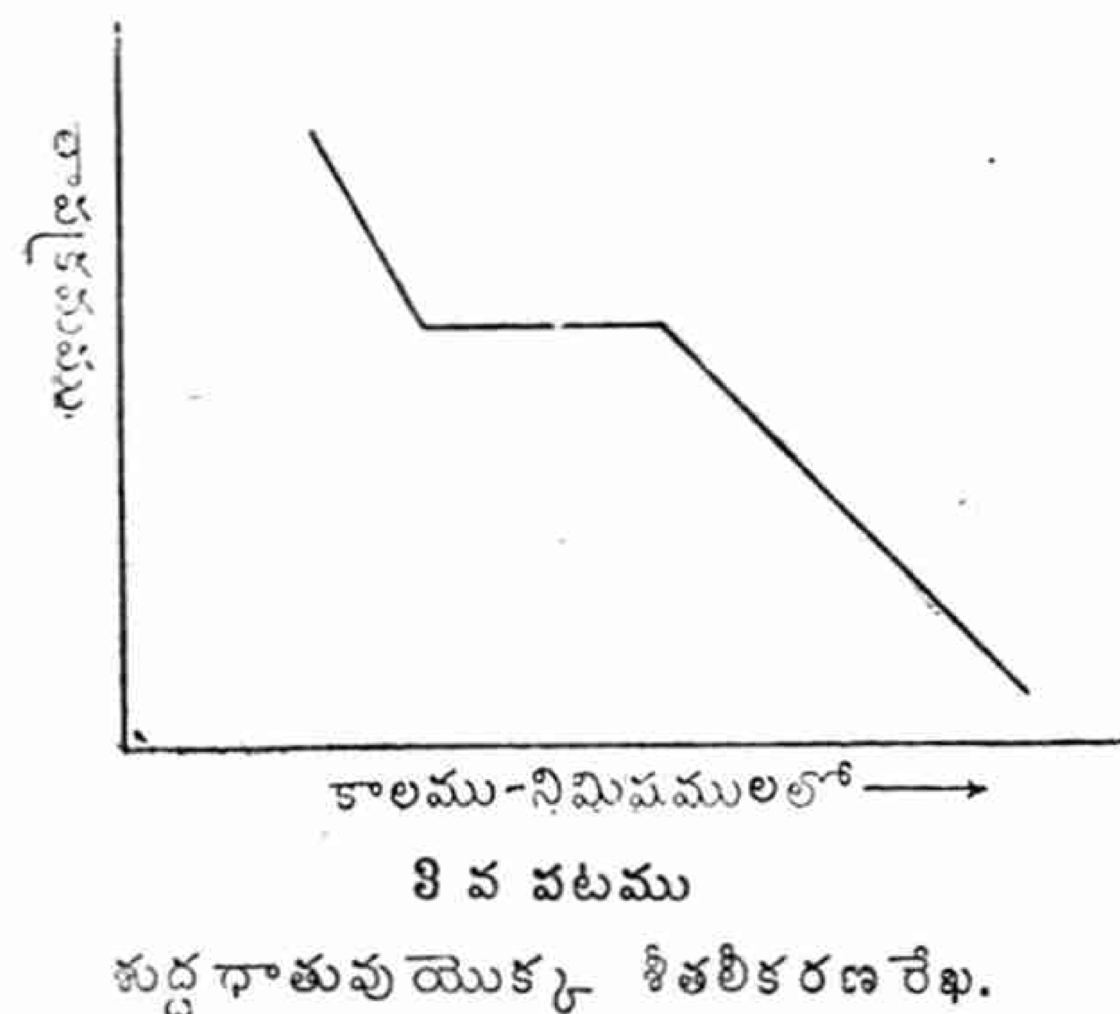
ఇట్లు ద్రవ్యమిశ్రముల ద్రవాంకములను లేదా ద్రవీకరించబడిన ద్రవ్యమిశ్రముల ఘనీభవనాంకములను వాటి రచనానిష్పత్తితో సరిపోల్చిచూచినచో ఆ ద్రవ్యములు నియతరచనానిష్పత్తిలేని కేవలమిశ్రములో లేదా యౌగికములో తెలిసికొనవచ్చును.

తీసికొన్న రెండు ద్రవ్యములమధ్య ఎన్నియౌగికము లేర్పడిన అన్నిస్కంధములు రేఖాచిత్రమందగుపడును. తీసుకున్న ఉదాహరణములో ఒకే ఒక యౌగికమున్నట్లు నిరూపించబడినది. కొన్నిద్రవ్యములమధ్య ఒకటికన్న ఎక్కువయౌగికములు వేరువేరునియతనిష్పత్తులలో ఏర్పడవచ్చును. ద్రవ్యములమధ్య ఎన్నియౌగికములు ఏర్పడునో రేఖాచిత్రమందు అన్నిస్కంధములు ఉండును.

ఈప్రక్రియయందు ఒకచిత్రమైనసౌలభ్యము గలదు. అదిఏదన: రెండు ద్రవ్యములమధ్య నియతనిష్పత్తిగల యౌగికము లేర్పడుటకు అవకాశమున్నదో, లేదో యను విషయమును ఆ ఏర్పడినయౌగికముల పారిమాణిక రచనను తులాయంత్రమును వాడుకచేయు ఆవశ్యకత లేకుండగనే కనుగొనవచ్చును.

ఒకద్రవ్యమును శుద్ధమగుదానినో, లేదా మిశ్రముగానున్నదానినో, వేడిచేసి ద్రవీకరించి ఆద్రవమును మెల్లగా చల్లార్చుచు దాని ఘనీభవనతాపక్రమమును నిర్ణయించుట సులభమే. అయినను 2 వ పటములోని రేఖలు ఈ ఉపాయమువలన లభ్యములైనవికావు. ఈ రేఖలను సాధించుటకు ఇంకొక సులభమైన ఉపాయముకలదు. శుద్ధద్రవ్యములను, వాటిని వేరువేరునిష్పత్తులలో కలిపిన మిశ్రద్రవ్యపరంపరను తీసికొని వీటిలో ప్రతిదానిని ప్రత్యేకము వేడిచేసి ద్రవీకరించవలెను. ద్రవీకరించుటలో తాపక్రమము ద్రవీభవనతాపక్రమమును బాహాటముగా దాటి పైకి పోవచ్చును. అట్టి అధికతాపక్రమములోనున్న ద్రవమును మెల్లగా చల్లార్చుచు ఏప కాలవ్యవధులలో ఏప తాపక్రమమును చల్లారుచున్నద్రవ్యము స్వీకరించుచున్నదో ప్రాయోగికముగా వీక్షించి ఆతాపక్రమములను ఒక రేఖాచిత్రమందు లంబాక్షముపైనను, ఆకాలములను భుజాక్షముపైనను, లిఖించినచో వచ్చినబిందువులగుండ ఒక అవిరత రేఖను గీయవచ్చును.

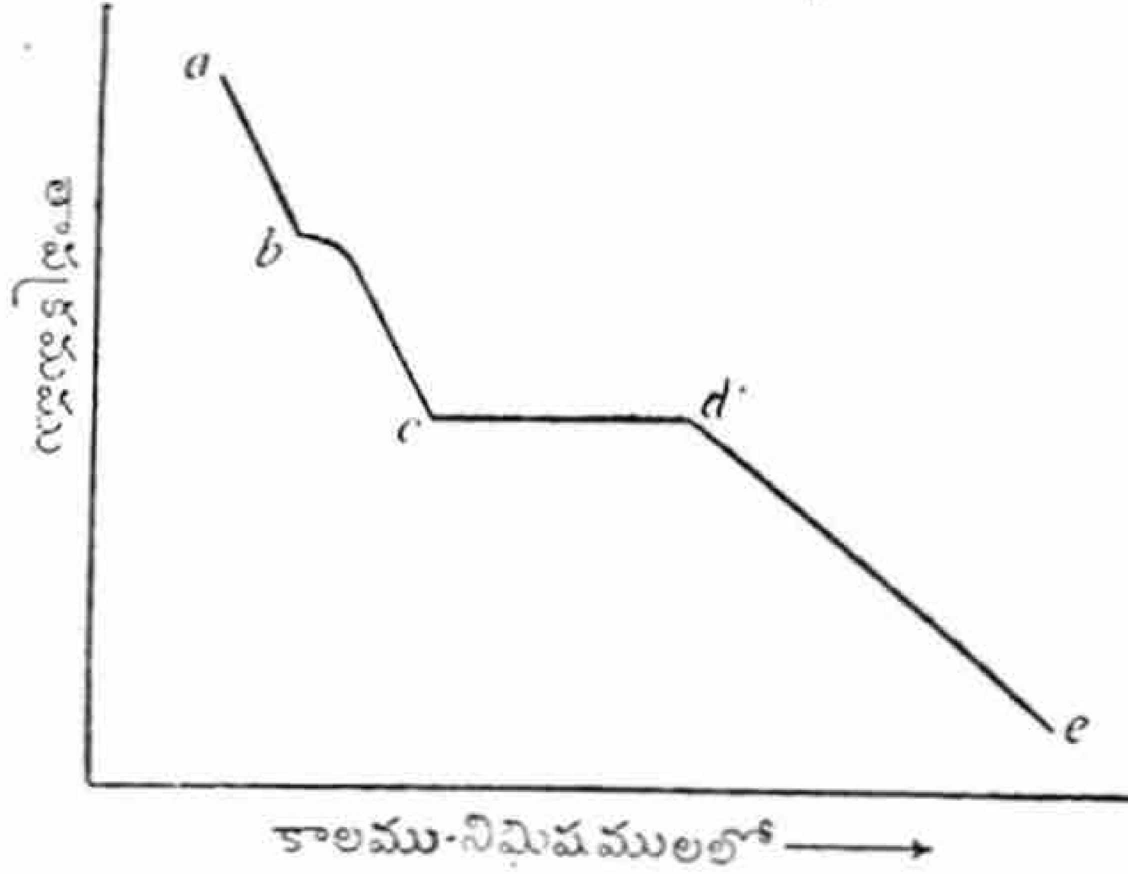
మొదట శుద్ధద్రవ్యము నొకదానిని తీసికొందము. దాని ద్రవీభవనతాపక్రమముకన్న అధికముగా వేడిచేసి చల్లారనిచ్చినచో మొదట దానితాపక్రమము కాలము జరుగుకొలది క్రమముగా తెంపు లేకుండ తగ్గును. ఘనీభవన తాపక్రమము వద్ద ఘనీభవించు ద్రవద్రవ్యమేదైనను తాపమును వెడలగ్రక్కును. గనుక బయటికివచ్చుతాపము, ద్రవ్యము పరిసరములకు కోలుపోవుచున్న తాపమునకు సమానముగా ఉండును. అట్టి పరిస్థితులలో కొంత




3 వ పటము

శుద్ధధాతువుయొక్క శీతలీకరణరేఖ.

కాలము వరకు, అనగా ద్రవద్రవ్యమంతయు ఘనీభవించు వరకు శీతలీకరణరేఖ కాలాక్షమునకు సమానాంతరముగా నడచును. దీనినే గుప్తోష్ణతా పరిస్థితియందురు. ఘనీభవన కార్యము ముగియగనే మరల ద్రవ్యపు తాపక్రమము కాలము జరుగు కొలది క్రమముగా తగ్గుచుండును. అనగా శుద్ధ ద్రవ్యపు శీతలీకరణరేఖ ఘనీభవనతాపక్రమమువద్ద సోపానరూపమున ఒక తెంపును కనపరచును. 3 వ పటములో ఈ సంఘటన చూపబడినది.

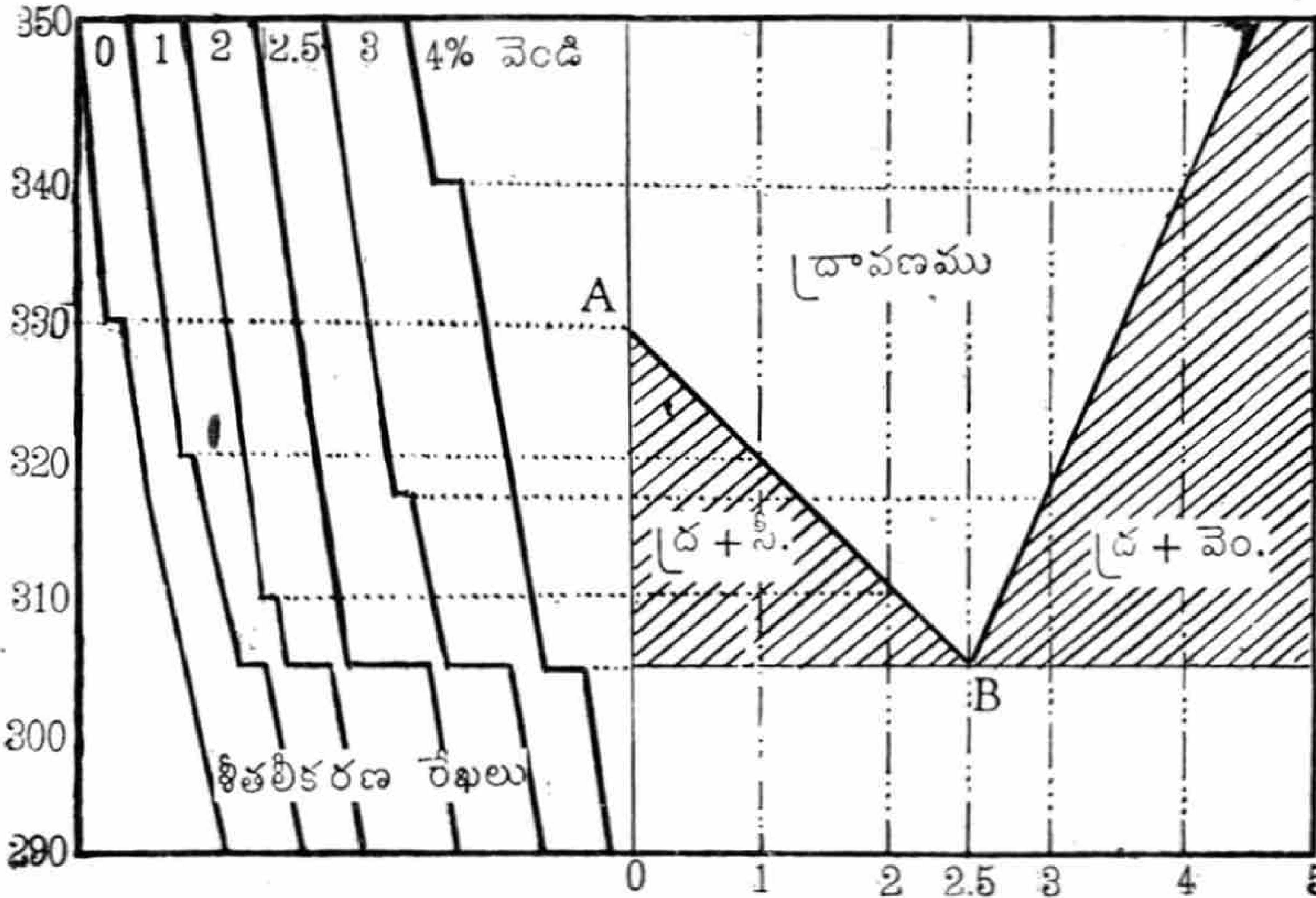



4 వ పటము

ధాతుమిశ్రము యొక్క శీతలీకరణరేఖ.

ఏదేని ఇష్ట నిష్పత్తిలోనున్న ఒక మిశ్రద్రవ్యమును తీసికొని దానిద్రవతాపక్రమముకన్న అధికముగా వేడిచేసి చల్లారనిచ్చినచో కాలము జరుగు కొలది తాపక్రమము ప్రారంభమునందు మెల్లగా తగ్గును (చూ. 4 వ పటము). ఈ తగ్గింపును కనబరచు రేఖ తెంపు లేకుండ కొంత వరకు a నుండి b వరకు నడచును. అటుపైని ద్రవీకృత మిశ్రము ఏదో ఒక ఘటకమును ద్రావణము నుండి పైకి ఘనరూపమున బయటవెట్టుటకు ప్రారంభించిన క్షణమునుంచి శీతలీకరణరేఖలో అకస్మాత్తుగా b వద్ద వంపు బయలుపడును. చల్లారుచున్న ద్రావణమునుండి స్ఫటికములు పయికివచ్చునపుడు బయటపడుతాపమువలన శీతలీకరణ కార్యవేగము మందగించుటచే ఈ రేఖ b వద్ద వంపును చూపినది. ఎక్కువ తాపక్రమమువద్ద ద్రవీభవించు ఘటకము బయటికి ఘనస్థితిలో పోవుచుండుటచే తక్కువ తాపక్రమములో ద్రవీభవించు ఘటకపు సాంద్రత ద్రావణములో హెచ్చుగుచుండును. అందువలన ద్రావణపు ఘనీభవన తాపక్రమము క్రమముగా (b నుంచి c వరకు) తగ్గుచుండును. ద్రావణమంతయు మొత్తముగా గడ్డకట్టెడు యుటెక్టిక్ తాపక్రమమువద్ద వ్యవస్థయొక్క తాపక్రమము మరల కొంత సేపటివరకు నిలచియుండును.

ఈపరిస్థితి 4 వ పటములో కాలాక్షమునకు సమానాంతరముగానున్న 'cd' అను రేఖాఖండము కనపరచును. ద్రావణమంతయు ఘనస్థితినిచెందిన తర్వాత శీలీకరణ రేఖ మరల తెంపులేక పరిసరతాపక్రమమువరకు సాగును. ఇట్లే వేరువేరునిష్పత్తులుగల ద్రవ్యమిశ్రములను తీసికొని వాటి శీతలీకరణరేఖలను చిత్రించవచ్చును. ఈ రేఖలనన్నింటిని శుద్ధద్రవ్యముల రేఖలతోపాటు ఒకేచిత్రమున నొక వరుసలో ఒకేమానమందు కనపరచినచో 5 వ పటమువంటి పట మేర్పడును. 5 వ పటము వెండి, సీసములమధ్య సుద్రవధాతు మిశ్రము ధాతురాకుల ఏనిష్పత్తిలో ఏర్పడునో, దాని ఘనీభవనతాపక్రమము ఏదియో కనపరచును.




5 వ పటము. శీతలీకరణరేఖలనుండి ధాతుమిశ్రము యొక్క ద్రవాంకనిమ్నరేఖలు ఎట్లు లభ్యమగునో చూపు పటము.

5వ పటములో ఎడమవైపు అర్ధభాగములో శుద్ధ సీసపు రేఖ (1), ఒకశాతము వెండిగల సీసపు రేఖ (2), 2.5 శాతముల వెండిగల సీసపు రేఖ (3), మూడుశాతముల వెండి గల సీసపు రేఖ(4), నాలుగు శాతముల వెండి గల సీసపు రేఖ (5), ఇట్లు ఐదు రేఖలు పొందుపరుపబడినవి. ఈ రేఖలలో వంపుచూపు బిందువులనన్నింటిని క్రమముగా మరియొక రేఖతో గలిపినచో పటములో కుడివైపునందు చూపింపబడిన ఘనీభవన చిత్రము సిద్ధించును.

మే. వ. న.

**తామ్రము** : చూ. రాగి; రాగివర్గము.

**తామ్సన్, సర్ జోసెఫ్ జాన్ (1856 - 1940):** ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని; మాంచెస్టర్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి, కేంబ్రిడ్జిలో 1884లో భౌతికశాస్త్రాచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1905లో అట్టిపదవినే రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్‌లోకూడ అలంకరించెను; 1918లో 'మాస్టర్ ఆవ్ ట్రినిటీకాలేజ్' బహూకరించబడెను. ఇచ్చటనే కేవెండిష్ శోధనాగారమును స్థాపించెను. 1884 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడాయెను. 1906 లో నోబెల్ బహుమానమును పొందెను. భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములయందు గతిశాస్త్ర వినియోగము, ఆవర్తముల అనుశీలన, విద్యుదావిష్ట కణముల ద్రవ్యరాశి నిర్ధారణ అనునవి ఈయన ప్రారంభ పరిశీలనా విషయములు.



సర్ జోసెఫ్ జాన్ తామ్సన్

వాయువులలో విద్యుద్వాహకత్వమును గురించి 1897 లో ఈయన కావించిన ప్రయోగముల ఫలమే, ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ప్రథమావిష్కరణ. ఈ ప్రయోగ ఫలములు పరమాణురచనా పరీక్షకు నాందిగా ఆచరించినవి. ఈ సందర్భముననే ధన కిరణములను కూడ తామ్సన్ కనుగొనెను. తామ్సన్ నవీన భౌతికశాస్త్రస్థాపకుడుగా ప్రసిద్ధి కాంచెను. ఈయన యాజమాన్యము క్రింద కేవెండిష్ పరిశోధనాగారము లోకవిశ్రుతమైనది. పరమాణురచనా రహస్యములను ఉద్ఘాటించిన విజ్ఞులలో చాలమంది ఈ శోధనాగారములో శిక్షను పొందినవారలే. మే. వ. న.

**తారతమ్య సాంద్రత :** సాంద్రత అనగా యూనిట్ ఆయతనపు భారము ప్రాయోగికముగా ఒక వస్తువు భారము గ్రాములలోను, ఆయతనము ఘనసెంటీమీటరులలోనునిర్ణయించి, ఆయతనముచే భారమును భాగించిన వచ్చు భాగఫలమునకు 'సాంద్రత' (డెన్సిటీ) అనిపేరు. సాంద్రత ఒకవస్తువు ఇమిడికను తెలియచేయును; బంగారము సాంద్రత 19, ఇనుము సాంద్రత 8. అనగా, బంగారము ఇనుముకన్న చాల ఇమిడిక గల ధాతువు.

రెండువస్తువుల సాంద్రతల తారతమ్యగణనలో, ఒక వస్తువుసాంద్రత రెండవవస్తువు సాంద్రతకన్న ఎన్నిరెట్లు అధికమో సూచించుసంఖ్యకు 'తారతమ్య సాంద్రత' (రెలిటివ్ డెన్సిటీ) అని పేరు, దీనికే 'విశిష్టగురుత్వము' (స్పెసిఫిక్ గ్రావిటీ) అనిపేరు. వస్తువుల సాంద్రతను సరిపోల్చుటకు ఒక ప్రమాణద్రవ్యపు సాంద్రతను యూనిట్‌గా తీసికొనుట సంప్రదాయము. ఘనముల, ద్రవ్యముల తారతమ్య సాంద్రతను గణించినపుడు నీటిసాంద్రత యూనిట్‌గా తీసికొనుట రివాజు. అందువలన ఏ ఘనద్రవ వస్తువు తారతమ్యసాంద్రతయైనను ఆవస్తువు సాంద్రతను నీటిసాంద్రతచే భాగించగా లభ్యమగును. నీటిసాంద్రత ఒకటికి సమానమని భావించుటచే, ఘనద్రవద్రవ్యముల తారతమ్యసాంద్రత వాటి శుద్ధసాంద్రతకు సమానము.

వాయువుల విషయములో హైడ్రోజన్ సాంద్రతను ప్రమాణ సాంద్రతగా తీసికొందుము. వాయువుల సాంద్రతను తెలియచేయుటలో, ఒక ఘనసెంటీమీటరు ఆయతనము యూనిట్ తీసికొనుట వలనుపడదు. ఏలన వాయువు చాల విస్తృతమైన ద్రవ్యమగుటచే ఒకఘనసెంటీమీటరులోనున్న వాయుభారము ప్రయోగమునకు సులభముగా అందనంత అల్పముగా ఉండును. అందుచే, వాయువుల విషయములో మనము తీసికొను ప్రమాణాయతనము ఒక లీటరు. అనగా, ఒకలీటరు ఆయతనము గల ఏ వాయువు భారమైనను దాని సాంద్రత అనబడును. వాయువులలో హైడ్రోజన్ చాల తేలికయైనది అగుటవల్ల, దీనిసాంద్రతను, వాయువుల తారతమ్య సాంద్రతలను గణించుటయందు ప్రమాణసాంద్రతగా వాడుదురు :

$$= \frac{\text{ఒక లీటరు వాయువుభారము (ప్రమాణస్థితులలో)}}{\text{ఒక లీటరు హైడ్రోజన్ భారము (ప్రమాణస్థితులలో)}}$$

ఒకలీటరు హైడ్రోజన్, ప్రమాణప్రేష, తాపక్రమములలో 0·0892 గ్రాము తూగును :

$$\text{వాయువు తారతమ్యసాంద్రత} = \frac{\text{వాయువు సాంద్రత}}{0{\cdot}0892} =$$

$11{\cdot}2 \times$ వాయువు సాంద్రత.

11·2 అను అంకె ఒకటిని 0·0892 చే భాగించగా వచ్చిన ఫలము. భౌతికశాస్త్ర ప్రథమపాఠముగా సాంద్రతకు వ్యుత్క్రమ ఫలము ఆయతనమని నేర్చికొంటిమి. అందుచే, 11·2 అను అంకె ప్రమాణపరిస్థితులలో ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్ ఆయతనమును తెల్పును. ఈ పై చర్చవలన సిద్ధించిన సూత్రమేమన :

వాయువు తారతమ్యసాంద్రత = వాయుసాంద్రత × 11·2.

అనగా, ఏ వాయువు సాంద్రతయైనను ఆ వాయువు యొక్క 11·2 లీటరుల భారమునకు సమానము అగును. ఈ ఫలము వాయువుల అణుభారములను నిర్ణయించుటలో

చాల ఉపకారకము. ఏలన వాయువుయొక్క తారతమ్య సాంద్రతను రెండుచే గుణించినచో ఆ వాయువుయొక్క అణుభారము సిద్ధించును (చూ. రాసాయనిక శాస్త్రమూల సిద్ధాంతములు). మే. వ. స.

**తాలియమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 81, సంకేతము Tl, పరమాణుభారము 204·39, దీనిని 1861 లో క్లాడ్, ఆగస్ట్ లేమీ, 1895 లో విలియమ్ క్రుక్స్ కనుగొన్నారు. తాలియమ్ భూతలము పైని కొంత విస్తారముగా దొరకు ధాతువు. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు ఐరన్ పైరిటీస్ ఖనిజములో ఇది అనివార్యముగా ఉండును. ఆ ఖనిజములను కాల్చుకొలిమినుండి బయటకు వెడలు ధూళితో ఇది సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయు పెట్టెలలో ప్రోగగును. ఈ పెట్టెలలోనుండు మడ్డినుండియే తొలుదొల్త(1861) వర్ణమాల పరీక్షద్వారా క్రుక్స్ దీనిని ఆవిష్కరించెను. వర్ణమాలలో ఇది చూపు ఆకుపచ్చ రేఖనుండి దీనికి తాలియమ్ (గ్రీకుభాషలో తాలాస్ = ఆకుపచ్చ) అనుపేరు వచ్చినది. ఈ ధాతువు, దీని లవణములు, బున్‌సెన్ జ్వాలకు ఆకుపచ్చ రంగును సంక్రమింపజేయును. తాలియమ్ ధాతువు మూడవవర్గమందు దిగువనున్నది. అందువలన తనప్రక్కనున్న సీసముతో చాల రాసాయనికధర్మ సాదృశ్యము దీనికి గలదు. ఇదికూడ సీసమువలె బరువైన, తెల్లటి, మెత్తనైన ధాతువు. గాలిలో ఆక్సిజన్‌తో, కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌తో సంయోగించి త్వరగా మారిపోవును.

యౌగికములు-ఆక్సైడ్‌లు : తాలోఆక్సైడ్ [$Tl_2O$ (తాలియమ్²ఆక్సైడ్)], తాలీ ఆక్సైడ్ [$Tl_2O_3$ తాలియమ్³ఆక్సైడ్)].

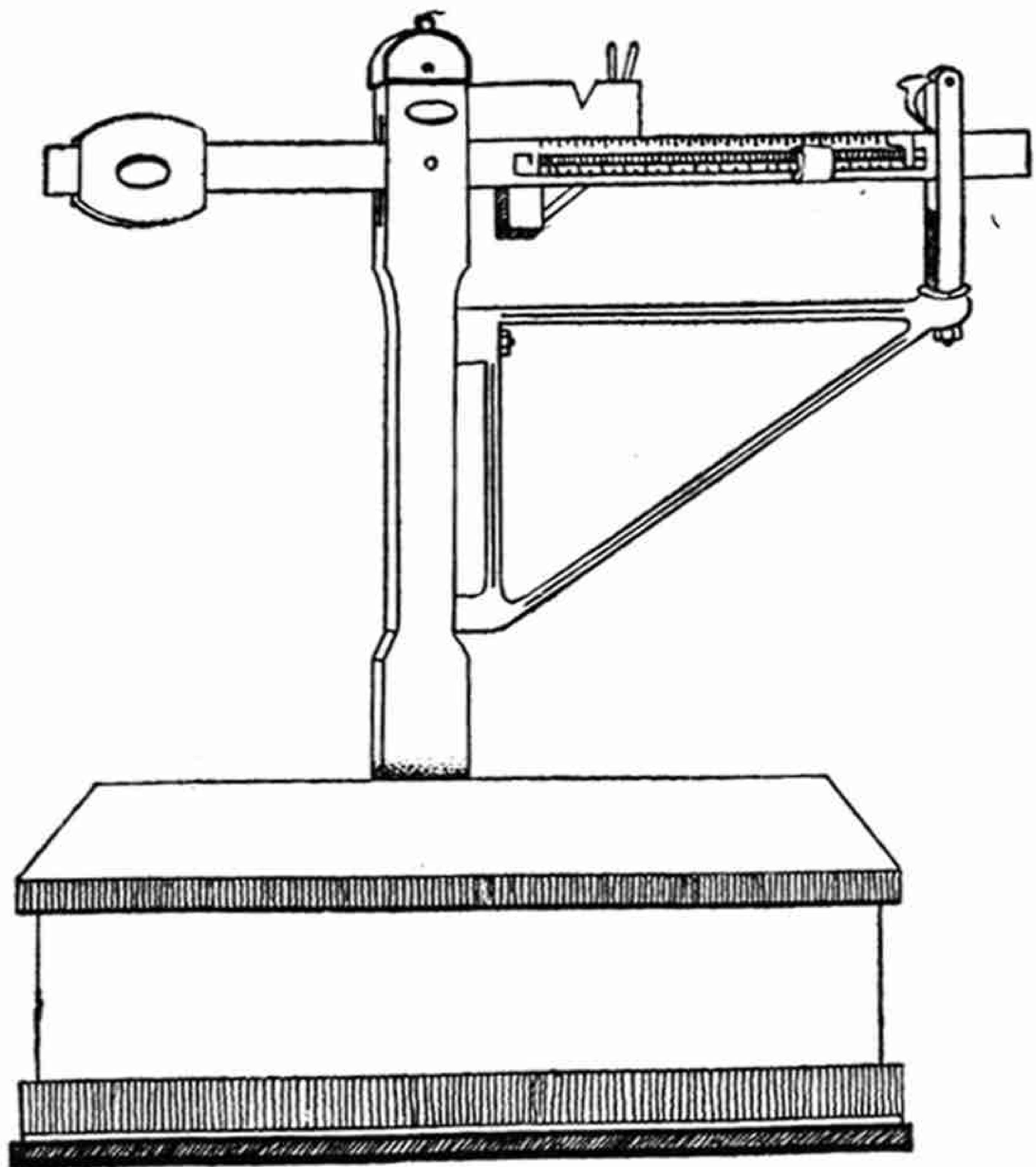
క్లోరైడ్‌లు : తాలోక్లోరైడ్, సిల్వర్ క్లోరైడ్‌వలె నీటిలో కరుగని లవణము.

తాలియమ్ ధాతువు కొన్ని క్షారధాతువులవి, కొన్ని వెండివి, కొన్ని సీసపువి ధర్మములను కలిపి చూపును (చూ. అల్యూమినియము వర్గము). మే వ. స.

**తునికోల** (రోమన్ తునికోల): మామూలు త్రాసులో ఒకవైపు తూచవలసిన వస్తువును వ్రేలాడకట్టి రెండవవైపు భారమును క్రమముగా హెచ్చుచేయుచు తులాదండము క్షితిజ సమానాంతరముగా నుండు లాగున చూచి వస్తువు బరువును తెలిసికొనవచ్చును. కాని సాధారణ రోమన్ తునికోలలో మాత్రము 'బలము'గా ఆచరించు వ్రేలాడదీయుభారమును మార్చక, ఆ భారమును తులాదండముపై ఇటునటు కదిపి, ఆధారమునకు, బలమునకు మధ్యనున్న దూరమును మాత్రము మార్చి తులాదండమును క్షితిజసమానాంతరముగా ఉండునట్లు చేయుదురు. తులాదండముపై నడపుచున్న భారము దండముపై ఏ స్థానమున నుండిన వస్తుభారము ఎంతయగునో చిహ్నితమై ఉండును. ఈ చిహ్నలవలన వస్తువుభారమును సులభముగా కనుగొనవచ్చును. ఈ త్రాసును కంచుకమ్మరులు వాడుక చేయుదురు.

డేనిష్‌తునికోల : రెండవరకపు డేనిష్‌తునికోల అను దానిలో తులాదండపు ఒకకొనను ఒకకొక్కెమును, రెండవ కొనను ఒకబరువైన దిమ్మయును అమర్చి ఉండును. ఈ కొక్కెమునకు తూచవలసిన వస్తువును వ్రేలాడదీయుదురు. బలమునకును, భారమునకును మధ్యనున్న ఆధారము, ఇందు ఇటునటునరదలలోనికి నడుపుటకు వీలగు ఒకత్రాడు ఉరి రూపమున ఉండును. ఈ ఉరిని ఇటునటు నడిపి ఆధారమునకును, బలమునకును మధ్యనున్న దూరమును మార్చి తులాదండమును క్షితిజసమానాంతరముగా ఉండునట్లు చూచెదరు. ఉరి ఏనరదలోనుంచిన వస్తుభారము ఎంతయుండునో దండముమీద చిహ్నితమై ఉండును. ఈ చిహ్నలవలన వస్తువు భారమును సులభముగా కనుగొనవచ్చును. ఏ. వ్యా.

**తుల** (ప్లాట్‌ఫారమ్ కాటా): ఇది బరువు సామానులను తూచుటకు ఉపయోగించుకాటా. రైల్వేస్టేషనులలోను, వ్యాపారకేంద్రములందును, బరువైన సామానులను తూచుటకు ఈ కాటాలను ఉపయోగింతురు.

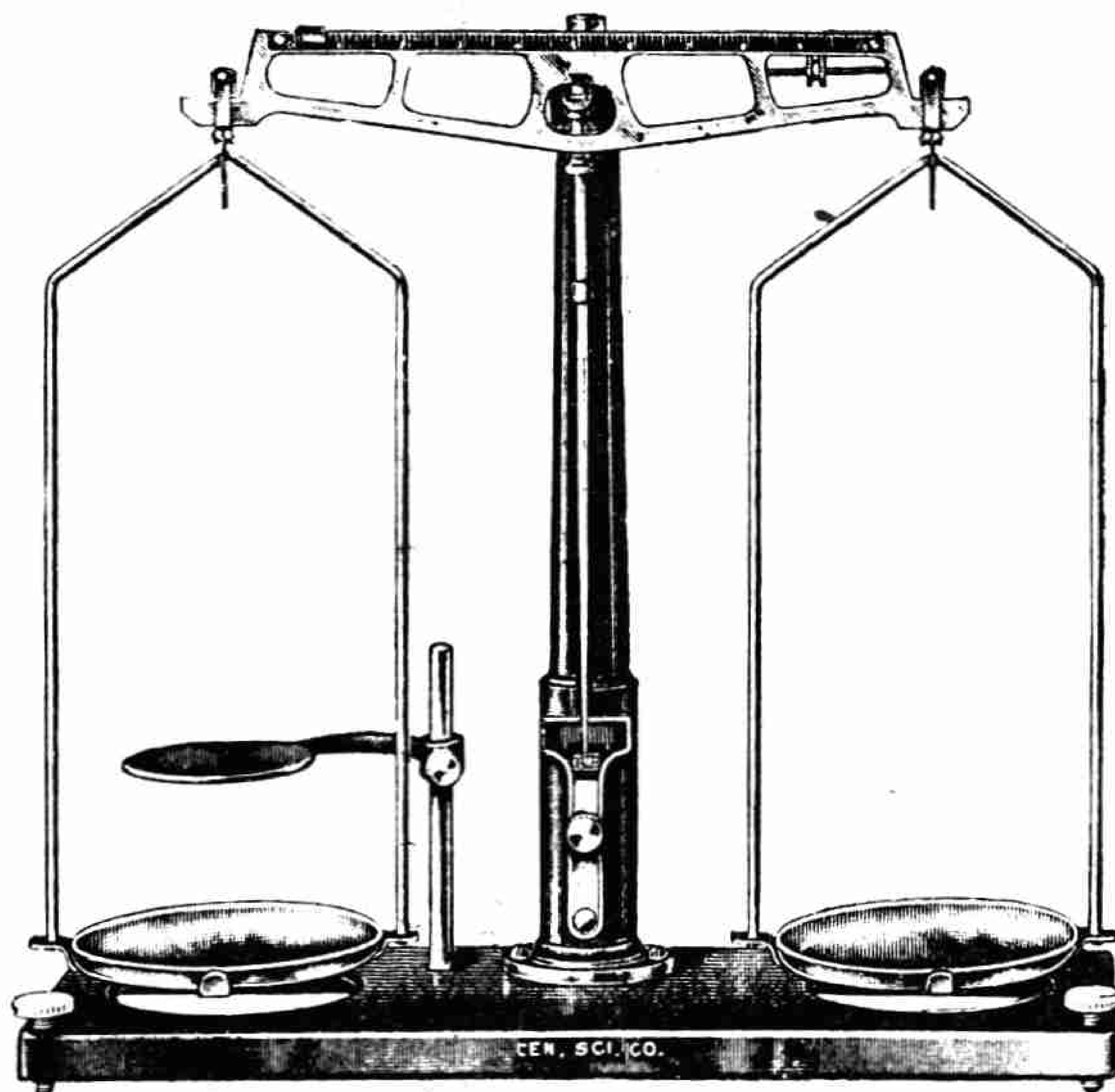


ప్లాట్‌ఫారమ్ కాటా

ఈ కాటాలయందు ఒక ప్లాట్‌ఫారమ్, దానినుండి ఒక స్తంభము, ఆ స్తంభమునుండి క్షితిజసమాంతరముగ ఒక తులాదండమును ఉండును. దండముపై ఒక స్కేలు కలదు. అది భారములను కిలోగ్రాములలో తెలుపును. ఈ స్కేలుపై ఇటునటు జరుపవీలగు రెండు ఆరోహములు కలవు.

తూచవలసిన వస్తువులను కాటాప్లాట్‌ఫారమ్‌మీద పెట్టి ఒకమీటను క్రిందికి లాగుదురు. అప్పుడు ఆ వస్తువు ఆ దిమ్మక్రిందనున్న మీటను క్రిందికి నొక్కును. ఈ మీట స్తంభము మీదినుండి పైకి కనబడు తులాదండపు హ్రస్వ భుజమును క్రిందికి లాగును. ఇపుడు ఆరోహకమును ఇటునటు జరిపి తులాదండమును క్షితిజసమాంతరముగ ఉంచి ఆవస్తువు బరువును నిశ్చయించవచ్చును. వీని సహాయమున తక్కువ బలముతో ఎక్కువ భారములను తూచవచ్చును.

సున్నితపు త్రాసు: మామూలుత్రాసులో మధ్య ఆధారముపై ఆనుకొని ఉన్న దండమును, దాని రెండు కొనలను రెండు తూనిక పళ్ళెములును తగిలించి ఉండును. వీటిలో ఒకదానిలో తూచవలసిన వస్తువు నుంచి, రెండవ దానిలో దండము క్షితిజసమాంతరముగ ఉండువరకును, తూనికప్రమాణభారములను ఉంచెదరు. అందుచే, త్రాసు మొదటిరకమునకు చెందిన ఉచ్చాలకము. ఇందు, ఒకవైపు దండమును తిరుగునట్లుచేయు బలము, దానిని ఎదుటివైపు తిరుగునట్లుచేయుబలముచే సమానముగ ప్రతిఘటించబడినపుడు సమతాస్థితి చేకూరును. యథార్థమగుఫలము నీయగల త్రాసునకు క్రింది లక్షణము లుండవలెను:



సున్నితపు త్రాసు

1. దండము రెండుభుజములును సమానమైన పొడవు కలవిగా ఉండవలెను. అట్లుకానిచో భుజముల కొనలను వ్రేలాడుభారములు సమానముగ ఉండజాలవు. భుజముల పొడవు సమముగ ఉన్నదియు, లేనిదియు పరీక్షించుటకు మొదట రెండుభారములను రెండుపళ్ళెములలోను దండము క్షితిజసమాంతరముగ నిలచువరకు ఉంచవలెను. తరువాత ఈ భారములను పళ్ళెములలో తారుమారుగ మార్చినపుడు కూడ దండము క్షితిజసమాంతరముగ ఉండిన భుజములు రెండును సమదీర్ఘములని నిర్ణయించవచ్చును.

2. పళ్ళెములు శూన్యముగ ఉన్నపుడు దండము సమతాస్థితిలో ఉండవలెను. అనగా, దండము క్షితిజసమాంతరముగ ఉండవలెను. అందుచే, పళ్ళెముల భారములు కూడ సమముగ ఉండవలెను.

3. పళ్ళెములతోకూడిన దండపు గరిమనాభి, దండము క్షితిజసమాంతరముగ ఉన్నపుడు ఆధారబిందువుతో ఊర్ధ్వసరళరేఖలో ఉండుటయేకాక, ఆధారబిందువుకు కొంచెము దిగువగ ఉండవలెను (చూ. గరిమనాభి; పు. 318).

త్రాసుయొక్క సున్నితము: ఒకపళ్ళెములో భారమును కొంచె మధికముచేసినపుడు, దండము ఎక్కువ తిరుగగలిగిన, అనగా పళ్ళెములలో చాల అల్ప భారవ్యత్యాసము కారణముగ దండము ఎక్కువ కోణములో భ్రమించ గలిగిన అట్టిపరిస్థితిలో త్రాసు చాల సున్నితమైనది అందుము. త్రాసును అధికముగ సున్నితముగ చేయుటకు క్రింది పరిస్థితులను పాటించవలెను:

1. వాటితేలికకు, గట్టితనమునకు భంగము రాకుండ, దండభుజములు వీలైనంతపొడవుగ ఉండవలెను. ఏలన, భుజము పొడవు హెచ్చైనకొలది స్వల్పభారమైనను, దండమును సులభముగ తిరుగునట్లు చేయగలదు.

2. గట్టితనముచెడకుండ, దండము భారము వీలైనంత తక్కువగ ఉండవలెను. ఏలన, పళ్ళెమున ఉంచిన బరువు వలననే దండము ముఖ్యముగ తిరుగవలెను. అనగా, పళ్లెములోని భారము దండమును ఆధారబిందువుపై తిరుగునట్లు చేయగల మొత్తపు భారములో గరిష్ఠభాగముగ ఉండవలెను.

ఈ పై రెండుపరిస్థితులను, దండమును మిక్కిలి తేలికయగు 'మగ్నేలియము' అను అల్యూమినియము, మగ్నీషియమ్ ధాతుమిశ్రముతో తయారుచేయుటవలనను, బరువు ఎంత ఎక్కువైనను సులభముగ వంగిపోవని ఆకారమును దండమునకిచ్చుటవలనను కల్పించవచ్చును.

3. దండభారమే దండము క్షితిజసమానాంతరముగ ఉండునట్లు కారణముకాకుండ దండపుగరిమనాభి ఆధార బిందువుకు కొంచెము దిగువకు వచ్చునట్లు చేయవలెను.

4. తులాయంత్రాంగములు చలించునపుడు వాటి పరస్పరసంఘర్షణ ఎంతతక్కువగ ఉండిన అంతమంచిది. ఈ ప్రయోజనమునకై దండమునకు దండపుకొనలనుండు పళ్ళెములకు ఆధారములుగ ఉండు అంచులు వీలైనంత గట్టిగను, వాడిగను ఉండునట్లు చూడవలెను. ఈ అంచులకు ఆనుకొనియుండు తలములు నున్నగను, గట్టిగను ఉండవలెను. అందుచే ఈ అంచులు, అంచులకు ఆనుకొని ఉండు దిమ్మలు, బాగుగా నునుపుచేయబడిన గట్టిఉక్కుతోగాని, లేదా మిక్కిలి సున్నితమైన త్రాసులలో ఆగిట్ అను ఖనిజముతోకాని చేయుదురు. ఆగిట్ దిమ్మలు అమర్చిన సున్నితపుత్రాసు మామూలుదానికన్న ఖరీదు హెచ్చు.

5. ఒక పొడవైన నిలువుసూచి ఉపయోగించుటచే త్రాసునింకను, సున్నితముగచేయుటకు వీలున్నది. ఏలన, దండము ఏమాత్రము తన క్షితిజసమానాంతర స్థితినుండి ఒరిగిన ఈ సూచిముల్లు, పెద్దచాపముపై తిరుగును.

స్ప్రింగ్‌త్రాసు : స్ప్రింగ్ యొక్క ఒకకొనను సుస్థిరముగ బిగించి, రెండవకొననుండి భారమును వ్రేలాడదీసినచో ఆ స్ప్రింగ్ సాగును. స్ప్రింగ్‌సాగిన పరిమాణమునకును, దాని చివర వ్రేలాడదీసిన బరువునకును సంబంధ సామ్యము (డైరెక్ట్ రేషియో) ఉన్నది. స్ప్రింగ్ యొక్క ఈ గుణమును ఉపయోగించి స్ప్రింగ్ త్రాసును నిర్మించిరి.



స్ప్రింగ్ త్రాసు

సాధారణముగా స్ప్రింగ్ త్రాసులో ఒక ఉక్కుస్ప్రింగ్ ధాతుగొట్టములోని కొక్కెము నుండి వ్రేలాడు చుండును. స్ప్రింగ్ యొక్క రెండవకొనకు ఒకసూచిక ఉండును. దాని అడుగున కొక్కెముగల ఒక ధాతు సిలెండరు వ్రేలాడుచుండును. గొట్టముపై దాని పొడుగునగల చీలికలో స్ప్రింగ్ యొక్క సూచిక క్రిందికిని, పైకిని జరుగుచుండును. ఈ గొట్టముపై ఒక స్కేలు గుర్తింపబడి యుండును. ఈ స్కేలును స్ప్రింగ్‌త్రాసును తయారుచేయునపుడు ప్రమాణభారముల సహాయముతో గుర్తించెదరు. ఈ స్కేలు భాగములు భారములను పౌనులలో తెలుపును. కొన్ని త్రాసులలో అవి గ్రాములను కూడ తెలుపుచుండును.

తూచవలసినవస్తువును త్రాసుయొక్క కొక్కెమునుండి వ్రేలాడదీయుదురు. అపుడు సూచిక స్కేలుమీద ఆవస్తువు యొక్క భారమును తెలుపును. ఏ. వ్యా.

**తుల్యభారభావము :** కేవలము ప్రయోగమువలన తెలిసికొనుటకువీలైనది ప్రమాణముగా తీసికొనిన ఒక మూల ద్రవ్యము యొక్క నియత భారముతో సంయోగించు మరియొక మూలద్రవ్యము యొక్క భారము. హైడ్రోజన్ మూలద్రవ్యములకెల్ల చాలతేలికయైనది గనుక రాసాయనికులు హైడ్రోజన్ ప్రమాణముగా తీసికొని దాని నియతభారము అనగా ఒకగ్రాముతో సంయోగించు ఏదేని మూలద్రవ్యము యొక్క భారమునకు తుల్యభారమని పేరిడిరి. తుల్యభారభావము కేవలము ప్రయోగజన్యమగుటచేత దీనికి సిద్ధాంతనిరూపణము అనవసరము. జింకు వంటిధాతువులు హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించకపోయినను ఆమ్లములవంటి హైడ్రోజన్‌యౌగికములనుండి ఆ ధాతువులచే హైడ్రోజన్‌ను సాధించనగును. ఇట్టి ధాతువుల విషయములో ఒకగ్రాము హైడ్రోజన్ ఆమ్లమునుండి వెళ్ళగొట్టగలిగిన ధాతువుయొక్క భారమును తుల్యభారముగా పరిగణింతురు. హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించలేనట్టిగాని లేదా ఆమ్లములనుండి దానిని స్థానచ్యుతిని పొందించలేనట్టిగాని మూలద్రవ్యముల విషయములో సామాన్యముగా మూలద్రవ్యములు అన్నిటితో సంయోగించగల ఆక్సిజన్‌నుగాని, క్లోరీన్‌నుగాని ప్రమాణముగా తీసికొనవలసియున్నది. అందువలన తుల్యభారపదమును క్రిందిరీతిని నిర్వచించవచ్చును.

ఒకగ్రాముహైడ్రోజన్‌తోగాని, లేదా దీనికి రాసాయనికముగా తుల్యమగు 8 గ్రాముల ఆక్సిజన్‌తోగాని, 35.5 గ్రాముల క్లోరీన్‌తోగాని, సంయోగించగలుగునట్టిదిగాని, లేదా ఒకగ్రాముహైడ్రోజన్‌ను దాని యౌగికములనుండి స్థానచ్యుతి పొందించునట్టిదిగాని అగు మూలద్రవ్యభారమునకు తుల్యభారమని పేరు. మే. వ. స.

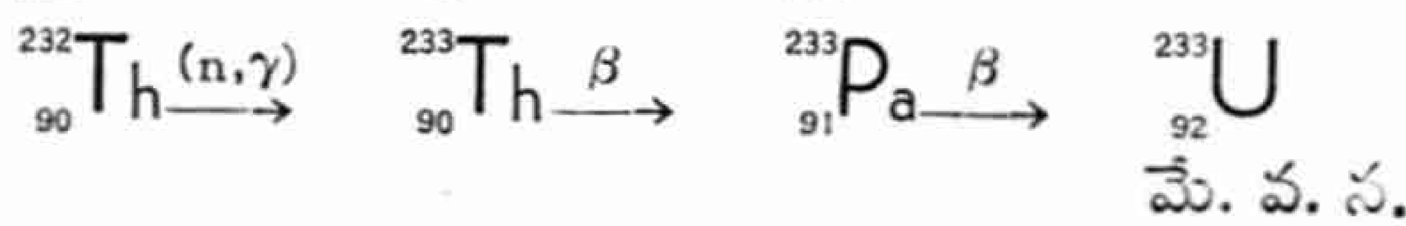
**తూలియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 69; సంకేతము **Tm**; పరమాణుభారము 168 94; విశిష్టగురుత్వము 9.318: దీనిని 1887లో పిలి, తియొడోర్, క్లీవ్ అనువారలు కనుగొన్నారు. * * *

**తేలుట :** చూ. ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రము - పు. 184.

**తోరియమ్ :** రేడియోధార్మిక స్వభావముగల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 90; సంకేతము **Th** : పరమాణుభారము 232.05 (స్థూలరాశి) ఇది ఫాస్ఫేట్ యౌగికరూపమున మోనజైట్ అను ఖనిజమందు దొరకును. ఈ ఖనిజము అపురూప మృత్తుల ఫాస్ఫేట్‌ల

సమరూప (ఐసోమార్ఫస్) మిశ్రమ. శూన్యమందు దీప్తి మంతముగా చేయబడిన టంగ్‌స్టన్ తీగపై పూసిన **తోరి యమ్** అయిడైడ్ వేడికి విడిపోయి తోరియమ్ ధాతువును ఇచ్చును. ఇది ప్లాటినమ్‌ను పోలి ఉండును. ఇది చతుర్యోజనీయమ $ThO_2$,$ThCl_4$ మొదలగు యౌగికములనిచ్చును. తోరియమ్ ఆక్సైడ్‌గాస్ దీపముల చిక్కములకు ఉపయోగించుచున్నది. హైడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ సంశ్లేషణకు ఉద్దిష్టమైన ఫిషర్‌ట్రాఫ్ విధానమందు $ThO_2$ ప్రేరకమిశ్ర ఘటకముగాను ఉపయోగించును.

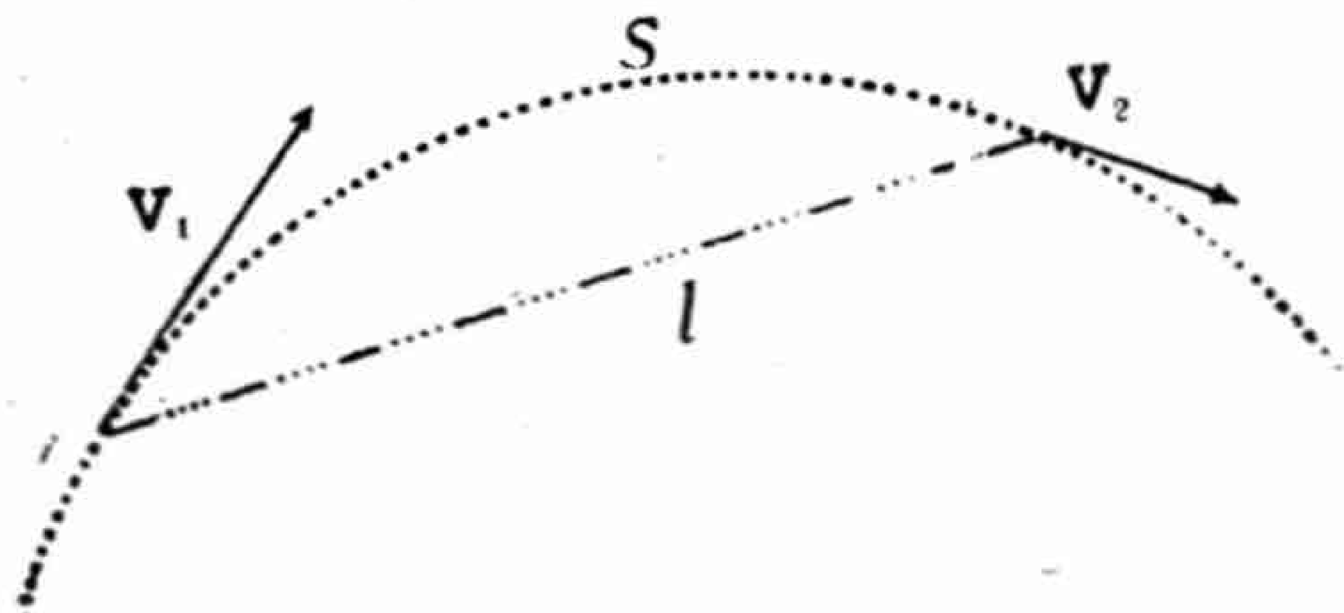
విద్యుద్దీపముల రాకచే మేంటిల్ పరిశ్రమ అడుగంటినది. తక్కిన ఉపయుక్తతరమైన అపరూపమృత్తు యౌగికముల తయారుచేయు ప్రక్రియయందు తోరియమ్ యౌగికములు ఉపయోగములేక మిగిలిపోవు చున్నవి. కాని పరమాణుశక్తిని ఉపయోగించు నేటి ఉత్పాదకపరమాణు పేర్పులలో తోరియమ్ $^{233}U$ అను విదార్య ద్రవ్యముగా పరివర్తింపబడు చున్నది. ఆ పరివర్తన ఇది:



$$^{232}_{90}Th \xrightarrow{(n,\gamma)} {}^{233}_{90}Th \xrightarrow{\beta} {}^{233}_{91}Pa \xrightarrow{\beta} {}^{233}_{92}U$$

మే. వ. స.

**త్వరణము :** వస్తువుల చలనప్రకారములను నిరూపించు గతిశాస్త్రమందు ద్రుతి, వేగము, త్వరణము అను మూడు భావములుమౌలికములు ఒకబంతిని చేతితో విసరినపుడు అంతరాళములో అది తీసికొన్న వంకరబాట చిత్రములో S అను విద్ధవక్ర రేఖచే సూచింపబడినది. ఒక నిర్దిష్ట క్షణములో బంతిస్థానము P అయినచో t సెకనుల తరువాత దానిస్థానము Q కావలెను. P నుండి Q కి ఋజురేఖాదూరము $l$ అనుకొందము. అపుడు $l/t$ అను భాగహారఫలము t సెకనుల కాలావధిలో బంతియొక్క సగటు వేగము అని భౌతికశాస్త్రముయొక్క నిర్వచనము. ఇది బంతి ఏ క్షణములోనైన చూపు తాత్కాలిక వేగముకన్న చాల భిన్నమైనది. తాత్కాలికవేగభావము కూడ చాల ముఖ్యమైనది. దానిని క్రింది ప్రకరణములో చర్చింతము :




1 వ చిత్రము

వేగము ఎప్పుడును సదిశరాశియే (అనగా, చలనమందు వస్తువుపట్టిన దిశనుకూడ నిరూపించురాశి). పైని మనము స్వీకరించిన సగటు వేగనిర్వచనము, వస్తువు P నుండి Q కి తీసికొన్న బాట ఎంతవంకరయైనను, దాని చలనము ఎంత క్రమరహితమైనను, గణితశాస్త్ర రీతిని యథార్థమైనదే.

ద్రుతి : వస్తువు చలించుదిశ జోలికిపోక, అది గమించు రేటును మనము లెక్కకట్టునపుడు దాని ద్రుతిని కనుగొనుచున్నాము. అనగా, వేగమును నిర్ణయించునపుడు ఆనిర్ణయము వస్తువు చలించుదిశతో సంబంధములేని రేటుకు 'ద్రుతి' అనిపేరు.

ఒక నిర్దిష్ట కాలావధిలో ఒక వస్తువుయొక్క సగటు వేగభావము, దాని సగటు ద్రుతిభావముకన్న చాలభిన్నమైనది. చిత్రమునుండి $S/t$ బంతియొక్క సగటు ద్రుతి యనియు, $l/t$ దాని సగటువేగమనియు స్పష్టమగును. ఇచ్చట S అను దూరము P నుండి Q వరకు విస్తరించి ఉన్న వక్రమార్గము; $l$ అను దూరము ఆ రెండు బిందువుల మధ్యనున్న ఋజుమార్గము. ఇందువలన మనము తెలిసికొనవలసిన ముఖ్యవిషయము ఒకటికలదు. వేగనిర్ణయము ఎప్పుడును చలించుచున్న వస్తువుయొక్క ఋజుగతికి సంబంధించియే ఉండును. వస్తువు వక్రమార్గమును పట్టినపుడు, దాని ఋజుగమనదిశ క్షణక్షణము మారుచుండును. అనగా, దాని (ఋజు)వేగము అవిరతముగా మారుచుండును. ఇట్టి మారుచుండు వేగమునకు 'త్వరణము' అని పేరు. ఒక వస్తువు ఋజుమార్గమున దూరమును లంఘించు రేటు, అనగా,

$$\text{వేగము} = \frac{\text{దూరము}}{\text{కాలము}} \quad \text{లేదా} \quad v = \frac{l}{t}$$

ఆ వస్తువుయొక్క వేగము.

క్షణక్షణమునకు మారుచున్న వేగముయొక్క మారెడు రేటుకు 'త్వరణ' మని పేరు.

$$\text{త్వరణము} = \frac{\text{వేగము}}{\text{కాలము}} \quad \text{లేదా} \quad a = \frac{v}{t}$$

పరిమాణమందు సంభవించిన మార్పువలనగాని, లేదా గమనదిశయందైన మార్పువలనగాని వేగము రెండు విధముల మారవచ్చును. ఋజుమార్గమున చలించుచున్న వస్తువు కదలుటకు మొదలుపెట్టిన క్షణమున సెకనుకు 10′ వేగము, రెండవ క్షణమున 20′ వేగము, మూడవ క్షణమున 30′ వేగము, ఇట్లువేగమందు ఏకరూప పరిమితిగల మార్పును చూపిన దానివేగము సెకనుసెకనుకు పదేసి అడుగుల చొప్పున మారుచున్నది, అందువలన దానికి త్వరణముకలదు. ఆ త్వరణము సెకను సెకనుకు, లేదా సెకనుకు 10′ అని చెప్పుదురు. ఇట్లు ఏకరూపముగా మారుచున్న వేగమునకు ఏకరూపత్వరణము

అని పేరు. కొంత కాలావధిలో వేగముయొక్క మూల్యమందు కన్పట్టు పెచ్చును ఆ కాలావధితో భాగించిన త్వరణము లభ్యమగును. పై ఉదాహరణమందు మొదటిసెకనులో వస్తువువేగము సెకనుకు 10′, మూడవ సెకనులో సెకనుకు 30′ అనగా, రెండు సెకనుల కాలము గడిచిన తరువాత వస్తువువేగము సెకనుకు 30′ అయినది.

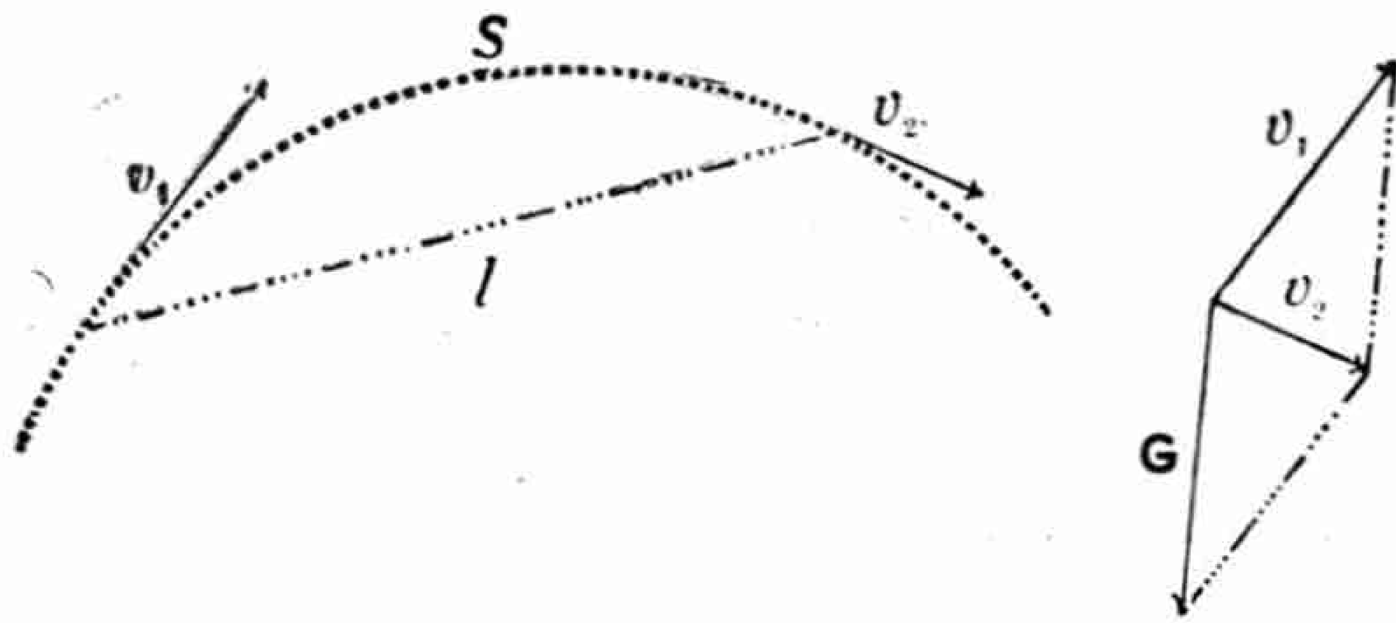
వేగవ్యత్యాసము = 20′. ఈ వ్యత్యాసము రెండు సెకనుల కాలవ్యవధిలో కనబడినది. కనుక,

$$\text{వస్తువు త్వరణము} = \frac{\text{వేగమందలి వ్యత్యాసము}}{\text{కాలవ్యవధి}} = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

ఇచ్చట $v_1$ = కాలవ్యవధిప్రారంభమునవేగము, $v_2$ = ఆకాలవ్యవధి అవసానమున వేగము, $\frac{v_2 - v_1}{t} = a$ (త్వరణము).

ఈ త్వరణము t సెకనుల కాలవ్యవధిలో కనబడు సగటు త్వరణమని మనము జ్ఞాపకముంచుకొనవలయును.

ఎత్తునుండి దిగవిడిచిన వస్తువు భూమివైపు ఋజుమార్గమున చలించును. ఈ వస్తువు ఎంతభారము కలదియైనను, దిగుటకు మొదలుపెట్టిన సెకనులో 16′ రెండవ సెకనులో 32′, మూడవసెకనులో 48′ దిగును. అందువలన వస్తువు దిగురేటు ఏకరూపముగా సెకనుకు 16′ చొప్పున హెచ్చుచున్నది. అనగా, దాని త్వరణము 16/సెకను$^2$ అగును. ఇచ్చట వస్తువేగము అధికమగుచుండుటచే త్వరణము ధనచిహ్నను కలిగియుండును. భూమినుండి పైకి తిన్నగా ఎగురవేసిన రాయి వేగము దిగుచున్న రాతికి విపరీతవిధమున, సెకనుకు 16′ చొప్పున తగ్గి, ఒకానొక సెకనులో శూన్యమై రాయి మరల తిరుగుమొగమై భూమివైపు




2 వ చిత్రము 3 వ చిత్రము

పయనించుటకు ఆరంభించును. ఇట్లు పైకి ఎగురవేసిన రాతివేగము క్రమముగా తగ్గుచుండుటచే త్వరణము ఋణచిహ్నితమని లేదా ఋణత్వరణమని చెప్పుదుము. వేగపరిమాణమందు మార్పులేకుండ వక్రమార్గమున చలించు వస్తువు త్వరణమును పరిశీలింతము.

చిత్రములో $v_1$ అను బాణము తొలి సెకనులో బంతికున్న వేగమును తెలియజేయును. అట్లే $v_2$ అను బాణము t సెకనుల తరువాత బంతియొక్క వేగమును తెలియజేయును. $v_1$, $v_2$ రెండింటిని సరిపోల్చవలెననిన O అనుబిందువు వద్దనుండి 3వ చిత్రములో చూపినట్లు సమానాంతర చతుర్భుజమును పూర్తిగా వ్రాసినచో G అను బాణము $v_2$ ను ఫలముగా సంపాదించుటకు $v_1$కు (సదిశరాశి సంకలన * విధిని) కలపవలసిన వేగమును నిరూపించును.

అందువలన t కాలవ్యవధిలో బంతిస్వీకరించిన వేగమందలి పెచ్చుగా G ని పరిగణించవచ్చును. ఈ వేగమందు పెచ్చును ఆకాలవ్యవధితో భాగించిన బంతి సగటు త్వరణము లభించును.

$$\left.\begin{array}{c}\text{సగటు వేగపు}\\ \text{మార్పు రేటు లేదా}\\ \text{ఏవరేజిత్వరణము}\end{array}\right\} = \frac{\text{వేగమందు పెచ్చు}}{\text{తత్కాలావధి}} = \frac{G}{t}$$

ఇచ్చట గ్రహించ వలసిన విషయము ఒకటి ఉన్నది. అది ఏమనిన, పరిమాణమందు మార్పులేకపోయినను, వేగముయొక్క గమనదిశలో మార్పుకలిగినప్పుడు వెనుక వేగములు ముందువాటికన్న అధికమని గణితవిధానమున నిరూపించితిమి.

వక్రమార్గము వర్తులమైనపుడుకూడ పైని వివరించిన భావములన్నియు వర్తించును. అందు ముఖ్యముగా గుర్తించవలసినవిషయము, వర్తులమార్గమును అనుసరించుచు, ఏకరూపముగా కదలుచున్నవస్తువుయొక్క గమనదిశ అనుక్షణము మారుచుండుటచే అదికూడ త్వరణమునకు గురియగునని ఊహించవలసియున్నది. ఈ త్వరణము వర్తులముయొక్క కేంద్రమువైపు జరుగుచుండును. వేగమువలె త్వరణముకూడ సదిశరాశియే. 3 వ చిత్రములో t కాలావధిలో బంతిగడించిన వేగముయొక్క అతిశయమును G చే నిరూపించుచో $\frac{G}{t}$ సగటు త్వరణమగును.

అతి ముఖ్యమైన తాత్కాలికత్వరణభావము తాత్కాలికవేగభావముతోపాటు క్రింది ప్రకరణములో విరివిగా చర్చించబడినది.

**తాత్కాలికవేగము - తాత్కాలికత్వరణము :** $\Delta t$ కాలములో ఒకవస్తువు పయనించినదూరము $\Delta s$ అనుకొందము. $\Delta t$ కాలములో దాని ఏవరేజివేగము $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ అగును. $\Delta s$, $\Delta t$ అను రెండురాశులును క్రమముగా శూన్యమూల్యము

* ఇచ్చట కలుపుట అనగా అంకెలను అంకెలకు కలుపునట్లు కాదు; $v_1$,$v_2$ సదిశరాశులను ఎట్లు సంకలనము చేయవలయునో అట్లు $v_1$ ని Gతో కలుపవలయును.

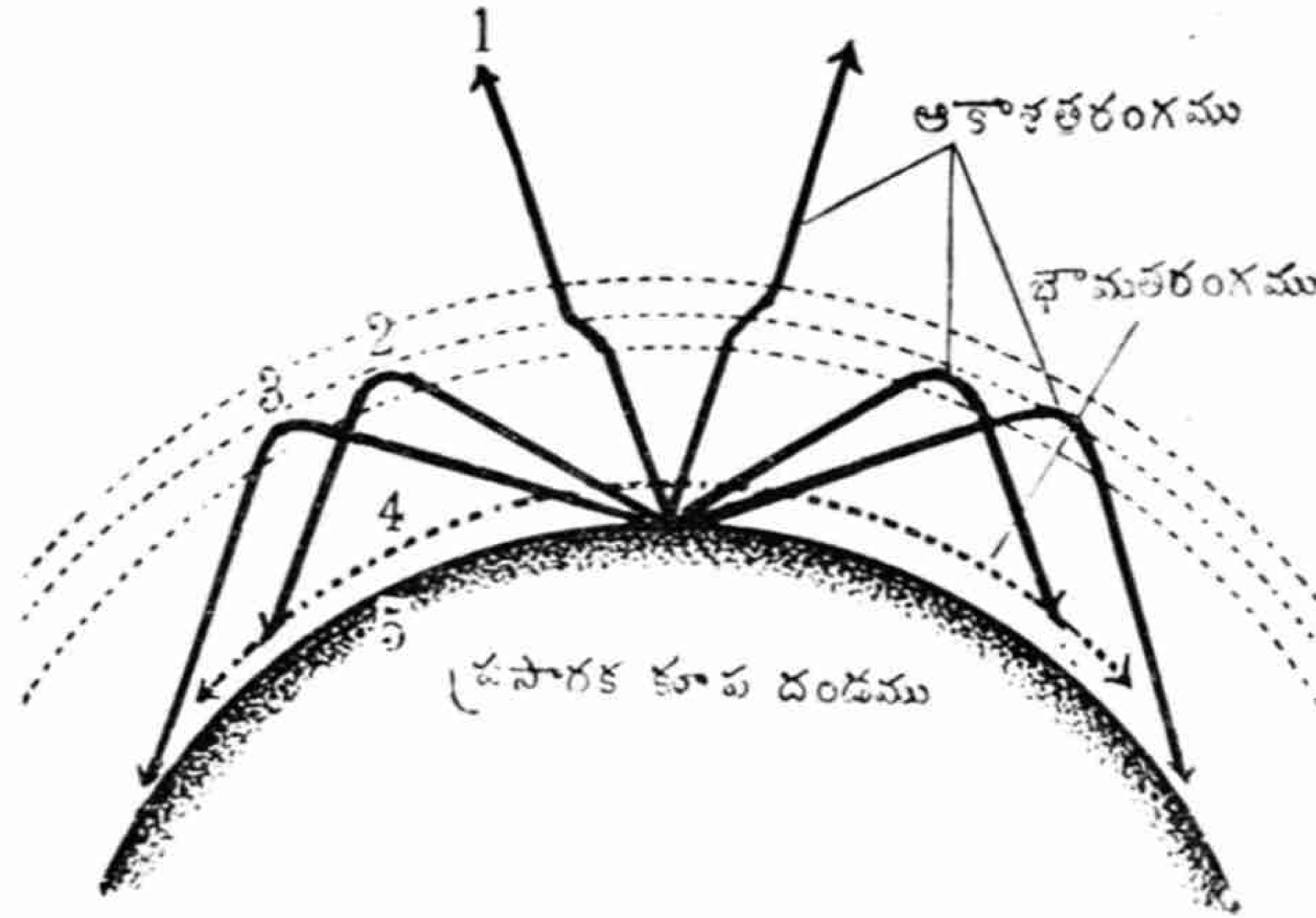
వైపు జరుగుకొలది $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ అను వాటి నిష్పత్తి ఒక నిర్దిష్ట పరిమితమూల్యమును దగ్గరించునని మనము రుజువుచేయ గలిగిన $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ నిష్పత్తియొక్క అవధిమూల్యము వస్తువు యొక్క తాత్కాలిక వేగముగా పరిగణించవచ్చును. ఇట్టి పరిస్థితులలో గణిత శాస్త్ర సంప్రదాయమును అనుసరించి $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ అనునిష్పత్తి $\frac{ds}{dt}$ గా వ్రాయనగును. ఇచ్చట ds, dt అను సంకేతములు, దూరము యొక్క, కాలముయొక్క అతిస్వల్ప మూల్యమును తెలియజేయును.

$$\therefore \text{తాత్కాలిక వేగము} = \frac{ds}{dt}$$

ds, dt లు అవేక్షణమునకు, ప్రయోగమునకు అందనంత సూక్ష్మరాశులగుటచే, తాత్కాలిక వేగము యొక్క ఈ నిర్వచనము అవేక్షణకు కాని, కొలుచుటకు కాని వీలులేనిదే అగును. అందుచే, ఈ నిర్వచనము పర్యవేక్షణ విషయము కాజాలదు. అది కేవలముగణితశాస్త్రరీతిని జరిపించిన ఊహవలననే సంపాద్యము.

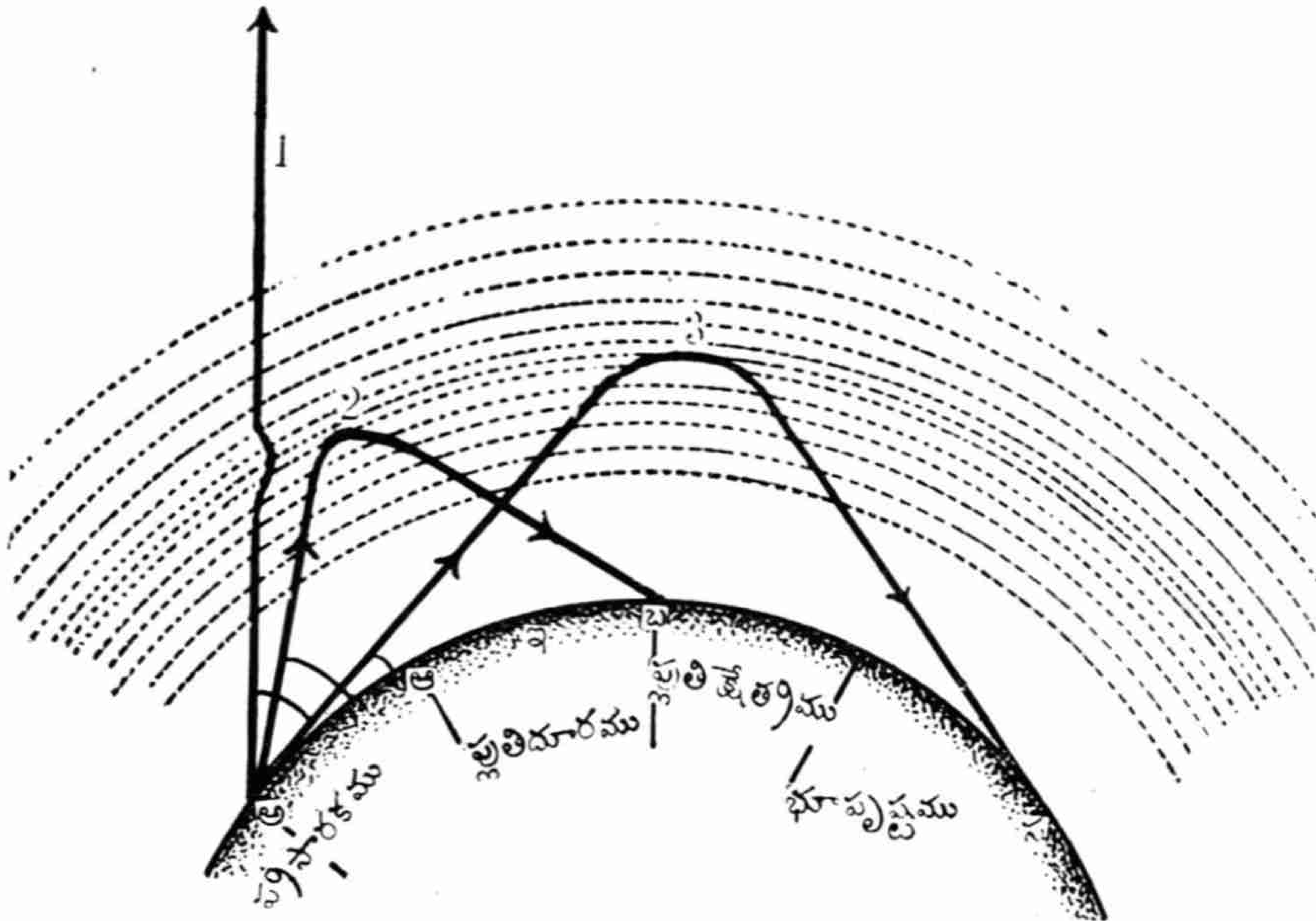
ఈ పై చర్చ తాత్కాలికత్వరణమునకు కూడ పూర్ణముగా అన్వయించును. మే. వ. న.

**దాటుదూరము (ప్లుత్యంతరము) :** ప్రసారకాగ్రము నుండి రేడియోతరంగములు బయలువెడలినప్పుడు 1 వ పటములో చూపినట్లు అవి అన్ని దెసలను వ్యాపించును. అట్లు వికీర్ణమైన శక్తిలో కొంతభాగము భూమినంటిపెట్టుకొని పయనించును. దీనికి 'భూతరంగము' అని పేరు. విద్యుదయస్కాంతతరంగములను ఎట్లు వాహకపు తీగలు గొంపోవునో అటులనే ఈ భూతరంగమును భూపృష్ఠము భూమి చుట్టును కొనిపోవును. ప్రసారితశక్తిలో మిగిలిన భాగము ఆకాశము దెస అంతరాళమున ప్రవేశించును. దీనికి 'ఆకాశతరంగము', లేదా 'అంతరాళతరంగము' అని పేరు.




1 వ పటము. ప్రసారకకోణములు

ఈ తరంగము ఊర్ధ్వముఖముగా అంతరాళమును జొచ్చినపుడు వాటిని ప్రతిబింబింపచేయు అయన్‌ల, ఎలక్ట్రాన్‌ల పొరలు ఆకాశమందు లేకపోయినచో ఈ తరంగములు విలీనమై నశించి పోవలసినవే. ఈ పొరలు భూపృష్ఠము నుండి 30 నుండి 250 మైళ్ళ ఎత్తువరకు విస్తరించి ఉన్నవి. ఈ అయన్‌ల పొరలు వాటిపై బడిన రేడియో కిరణమును పరావర్తితమగునట్లు చేసి కొంత దూరమున మరల భూతలమును తాకునట్లుచేయును.




2 వ పటము

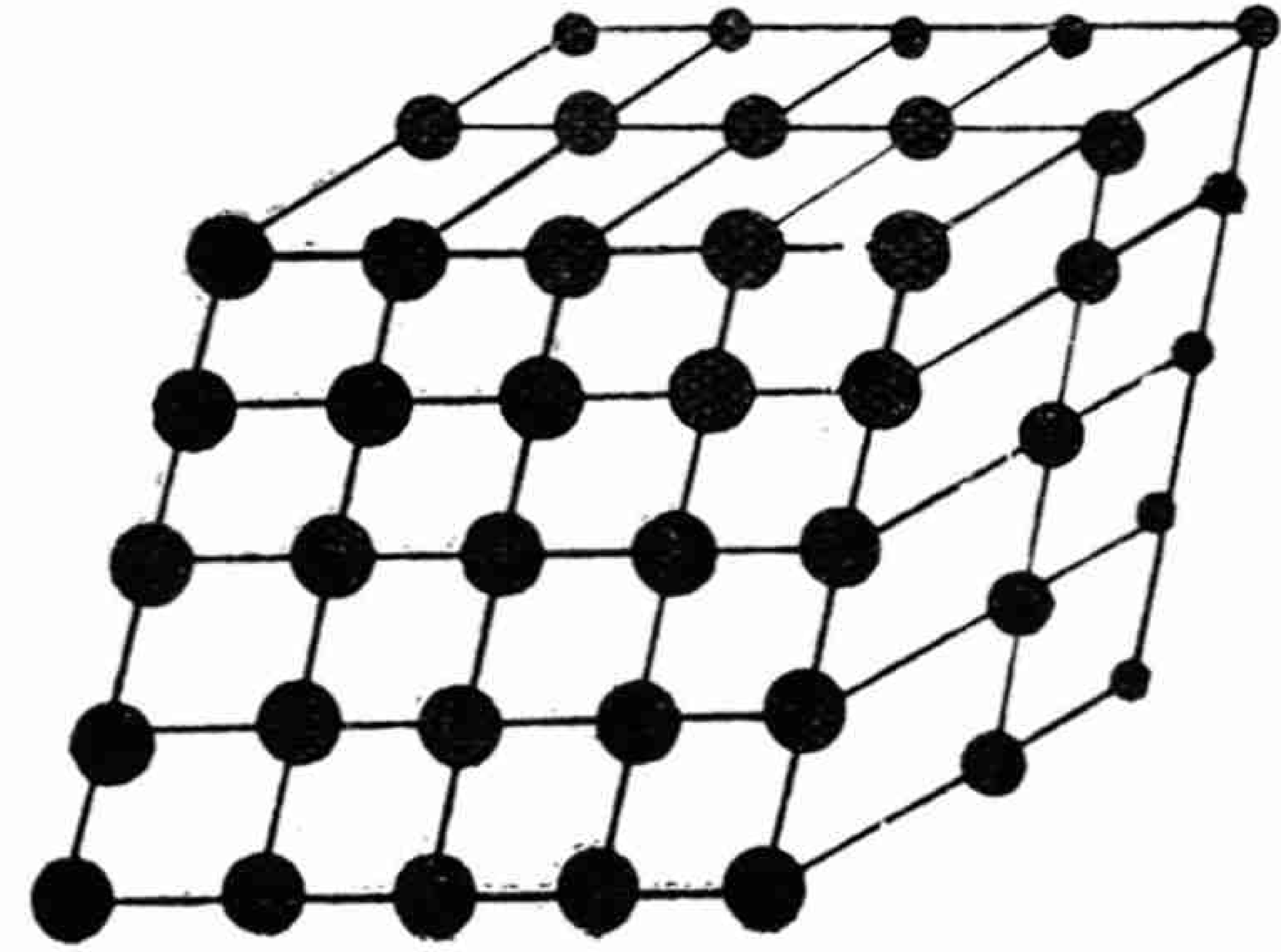
ఆకాశతరంగములు అయన్ స్తరముల తలములనుండి పరావర్తితమగునదియు, లేనిదియు పతనతరంగము యొక్క

పౌనఃపున్యమును, ప్రసారకోణమునుపట్టి ఉండును. 2 వ పటములో ఒకేపౌనఃపున్యము గలిగి వేరువేరు కోణములలో విడుదలైన మూడు కిరణములు 1, 2, 3 చూపబడినవి. అందు మొదటి కిరణము కోణము చాల ఎక్కువగా నుండుటచే ఆ కిరణము పరావర్తితమగుటకు అవకాశమే లేక పోయినది. తక్కిన 2, 3 కిరణములు మొదటి కిరణమువలె 'అ' వద్ద జనించి (చూ. 2వ పటము) క్రమముగా అయన్‌ల పొరచే పరావర్తితమై ఎక్కువ కోణము గలిగి, ప్రసారకేంద్రమునకు తక్కువ దూరమున ఉన్న 'బ' వద్దను, తక్కువకోణము గలిగి అట్లే గగనతల ప్రతిబింబితమై ప్రసారకేంద్రమునకు ఎక్కువ దూరమున ఉన్న 'స' వద్దను భూమిని తాకినవి.

1, 2, 3 కిరణములకు సమకాలికముగా భూమిమీద ప్రాకగల భూతరంగముకూడ బయలుదేరి ఉండవచ్చును. కాని, ఆ తరంగము ప్రసారస్థానమగు 'అ' నుండి భూపృష్ఠమున 'ఆ' వరకు ప్రయాణముచేయుసరికి దాని శక్తి క్షీణించి 'ఆ' కు ఆవల గ్రహణక్షమముగా ఉండదు. కనుక, 'ఆ' మొదలు 'బ' వరకు నున్న క్షేత్రమున రేడియో సందేశము బొత్తిగా వినిపించదు. 'బ' తరువాత వినిపించుటకు మరల ప్రారంభించును. అనగా 'అ' వద్దనుండి ప్రసారితమైన రేడియోవికిరణము మధ్య ఎక్కడ భూపృష్ఠమును తాకకుండ 'బ' వద్దకు ఒకే దాటు వేసినది. 'అ', 'బ'ల మధ్యనున్న దూరమునకు 'దాటు (ప్లుతి) దూరము' (స్కిప్ డిస్టెన్స్) అనియు 'ఆ', 'బ'లకు మధ్యనున్న ప్రదేశమునకు ప్లుతి (దాటు) క్షేత్రమనియు పేర్లు.

మే. వ. స.

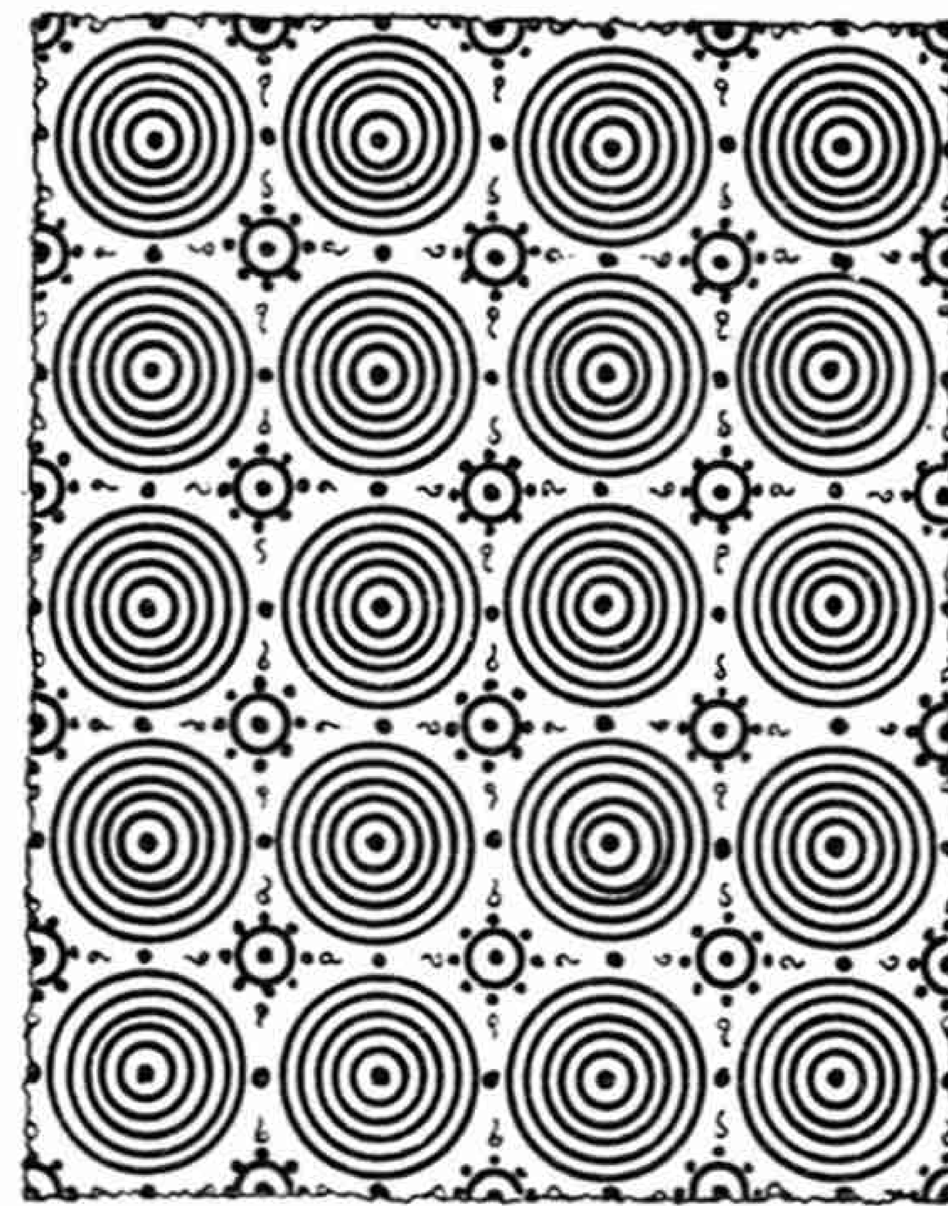
**దిగ్జాలకము** (వరిమజాలకము) : సంతృప్తద్రావణములో ఉంచిన లవణస్ఫటికము అన్నివైపుల పెరిగి క్రమముగా పెద్దదగును. ఈ వృద్ధియందెల్లప్పుడును ఒకనియత క్రమము అగుపించును. అదికాక, ఒక స్ఫటికమును బ్రద్దలు కొట్టిన వచ్చు ముక్కలు తిరిగి మాతృస్ఫటికాకారమునే స్వీకరించును. కాల్సైట్ స్ఫటికముపై చిన్నసుత్తి దెబ్బ వేసిన స్ఫటికము ముక్కలగును. అందు ఒక్కొక్క ముక్క మొదటి పూర్ణస్ఫటికముయొక్క ఆకారమునే కలిగి ఉండును. స్ఫటికవృద్ధియందు అగుపడు అనివార్య క్రమము, బ్రద్దలుకొట్టగా వచ్చిన స్ఫటికపు ముక్కలు మొదటి స్ఫటికపు ఆకారమునే కలిగియుండుట, ఈ రెండు విషయములును, స్ఫటికపు రచన గురించిన ఒక తత్త్వమును మనకు అందజేయుచున్నవి. అది ఏదియన, స్థూల స్ఫటికాకారముగల సూక్ష్మస్ఫటికైకాంకములు, పదే పదే మూడు దిక్కుల ఒక క్రమమును అనుసరించి కూర్చబడి ఉండుటచే స్ఫటికము ఏర్పడినది. స్థూలద్రవ్యము సూక్ష్మమగు అణువుల కూర్పైనట్లు, స్థూలస్ఫటికము సూక్ష్మమగు స్ఫటికాకారముల వరుస కూర్పు. స్ఫటిక ద్రవ్య



దిగ్జాలకము

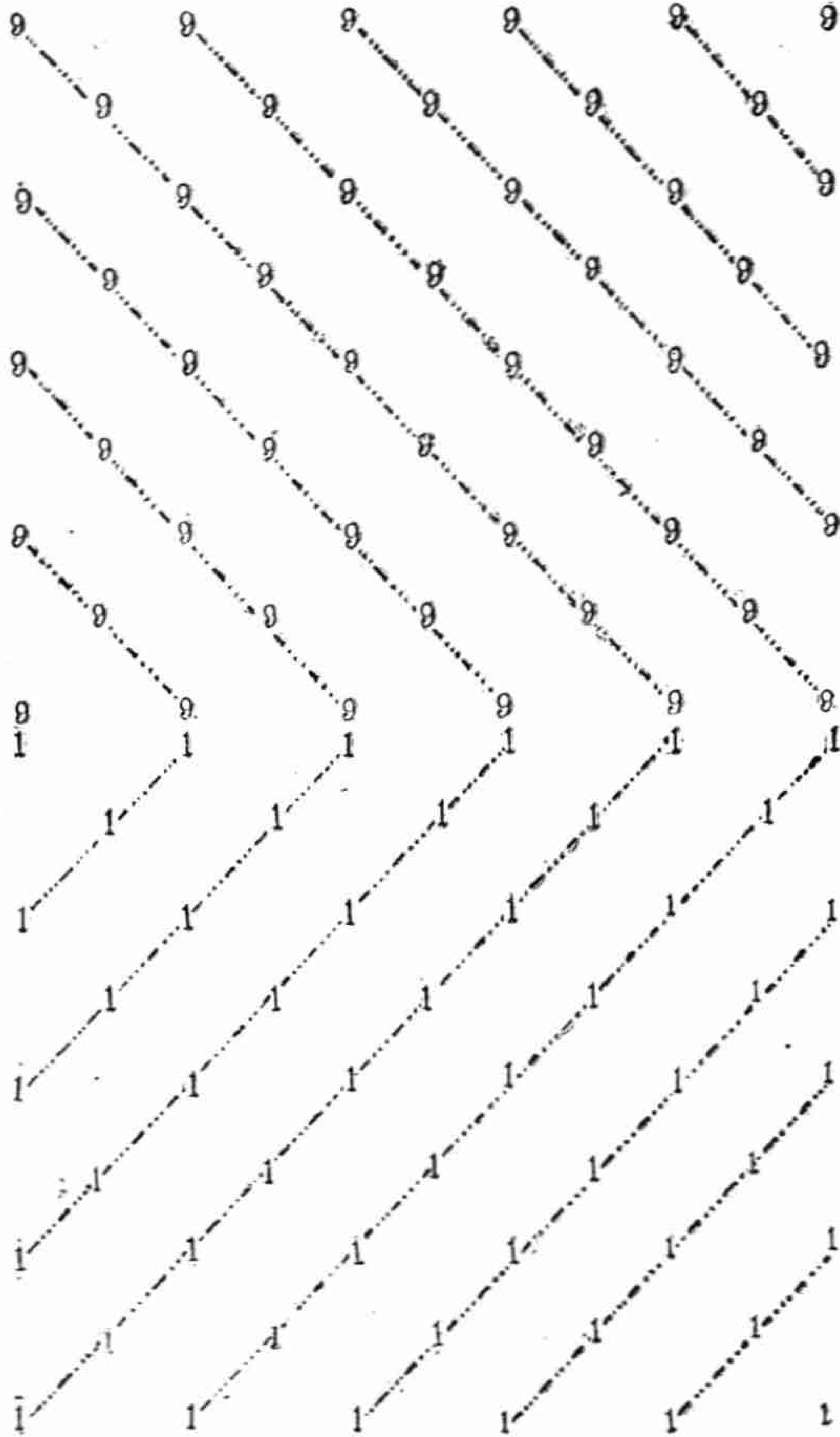
ముల రచనయందు ఊహించబడిన ఈ క్రమసన్నివేశ భావము వరిమజాలకము అనెడు భావమునకు దారి తీసినది.

ఉత్సవసమయములలో మనము దేవునిపీటలకు అంటించు లతలు, పువ్వులు, బొమ్మలు కలిగిన కాగితముల పరీక్షించితిమేని వాటియందు ఒకే మూలమగు నమోనా పదేపదే క్రిందికి, మీదికి, ఎడమకు, కుడివైపునకు ఆవృత్తియగుట మనకు సులభముగా కనబడును. ఒకే నమోనా యొక్క ఈ పునరావృత్తియే ఆ కాగితమందు అగపడు సౌష్ఠవ సుందరదృశ్యమునకు కారణము. ఈ కాగితముపైనున్న రచన, కాగితపు రెండు దిక్కుల విస్తృతమై ఉన్నది. ఈ రచనలో ఉన్న ఏ నమోనాయందైన ఒక బిందువును ఎంచుకొని, తక్కిన నమోనాలలో ఈ బిందువుకు సరియగు బిందువులను గుర్తించవచ్చును. ఈ బిందువులు ఒక జాలకక్రమమున ఉంచబడినట్లు మనకు తోచును. కాగితపు రెండు దిశలను, ఈ బిందువులగుండ సమానాంతర ఋజురేఖలను గీసిన,



నమోనాసౌష్ఠవము

కాగితమంతయు ఒకే ఆకారముగల గళ్లతో నిండియున్నట్లు అగపడును. మనము ఎంచుకొనిన బిందువు నమోనా యందు ఎక్కడున్నను, తక్కిన నమోనాలయందుండు దీనికి



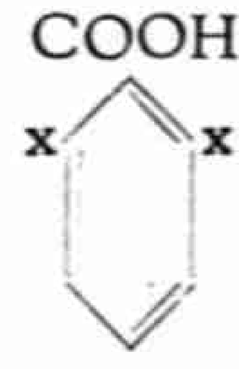
నమోనాలో సమానస్థితిగల బిందువులను కలుపు బుజురేఖలు

సమానమగు బిందువులన్నియు, ఒక క్రమజాలకముగా ఏర్పడి తీరును.

చిత్రకాగితమందున్న ఈ జాలకము రెండు దిక్కుల విస్తరించియున్నది. ఇట్టిజాలకములు అనేకములను దీనిపై సమానాంతరముగా పేర్చిన, ఇప్పుడు జాలకము క్రిందు-మీదు, కుడి-ఎడమ, ముందు-వెనుక అను మూడు దిక్కులలో విస్తరించి ఉండును.

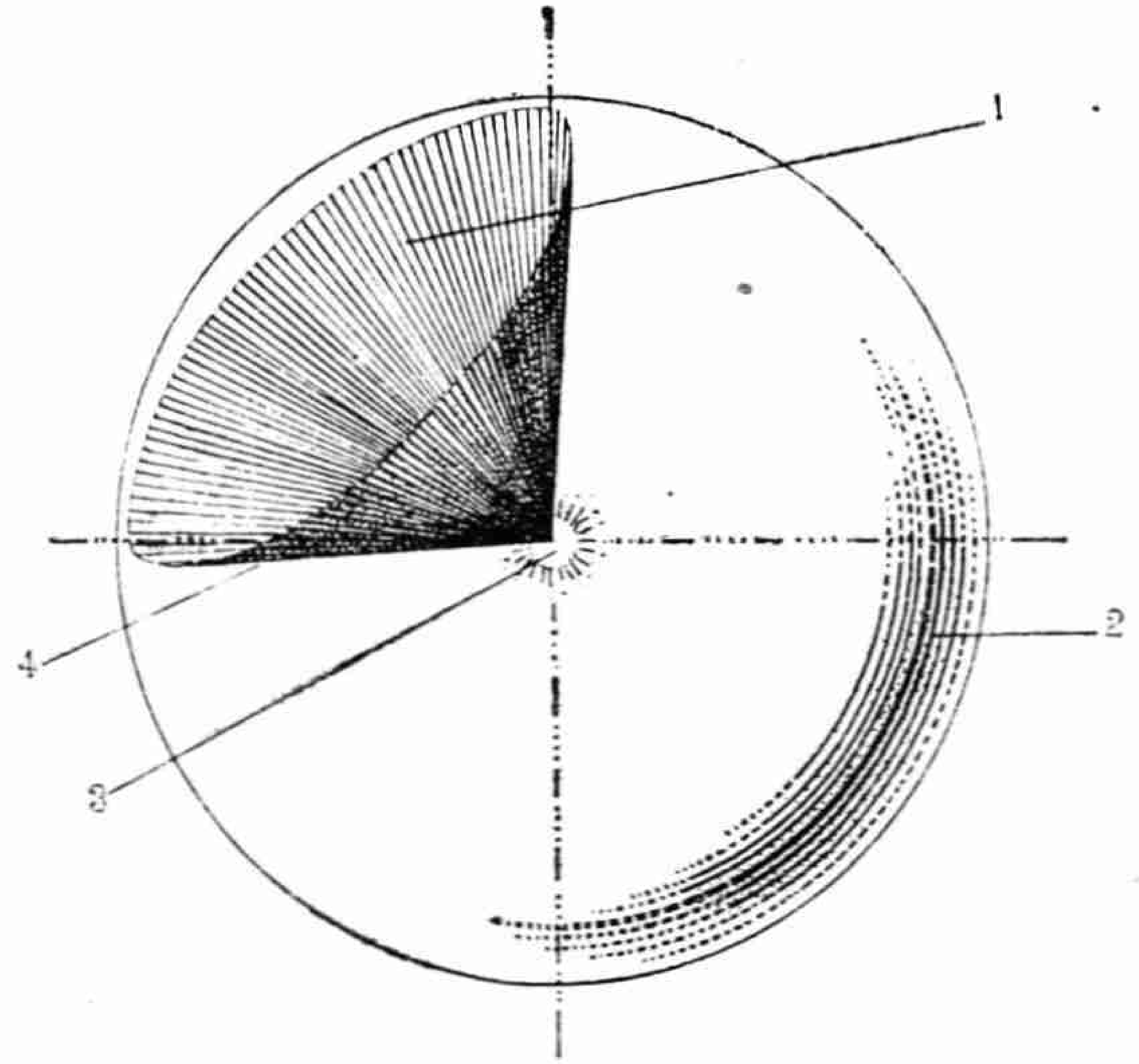
ఇట్టి త్రిథావిస్తృతమైన బిందుజాలకములే స్ఫటిక రచనలు. ఈ బిందుస్థానములను స్ఫటికమందు పరమాణువులో, పరమాణు సముదాయములో, లేక అయన్‌లో ఆక్రమించి ఉండును. ఇట్లు అంతరాళములో మూడు దిక్కులలో విస్తృతమైయున్న క్రమసన్నివిష్టద్రవ్యబిందు జాలకమునకే వరిమజాలకమని పేరు. మే.వ.న.

**దిజ్నిరోధము :** బెన్జీన్ వలయములో ఆర్థోస్థానమును స్వీకరించిన ప్రతిస్థాపకములు, అవి లేకున్నచో సులభముగ జరుగు రాసాయనిక ప్రక్రియలకు ప్రతిబంధకములుగ ఆచరించుట కలదు. ఈ ప్రభావమునకు 'దిజ్నిరోధము' అని పేరు. బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ రచనలో కార్బాక్సిలిక్ గణమునకు ఆర్థోస్థానముల (అటు ఇటు)లో నున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులు Cl, Br, $NO_2$, $CH_3$, $COO_4$ గణములకు చోటు ఇచ్చినపుడు లభ్యమైన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున అల్కహాల్‌తో ఎస్టర్‌ను ఈయదు. ఒకవేళ ఇచ్చినను అతికష్టముమీద మార్పుచెందును. మే. వ. స.




**దీపాంగారము :** చూ. కార్బన్; పు. 257.

**దీప్తిమాపనము:** దీప్తిమాపనము అనునది వినియుక్త భౌతికశాస్త్ర శాఖలలో ఒకటి. కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల




పటము 1

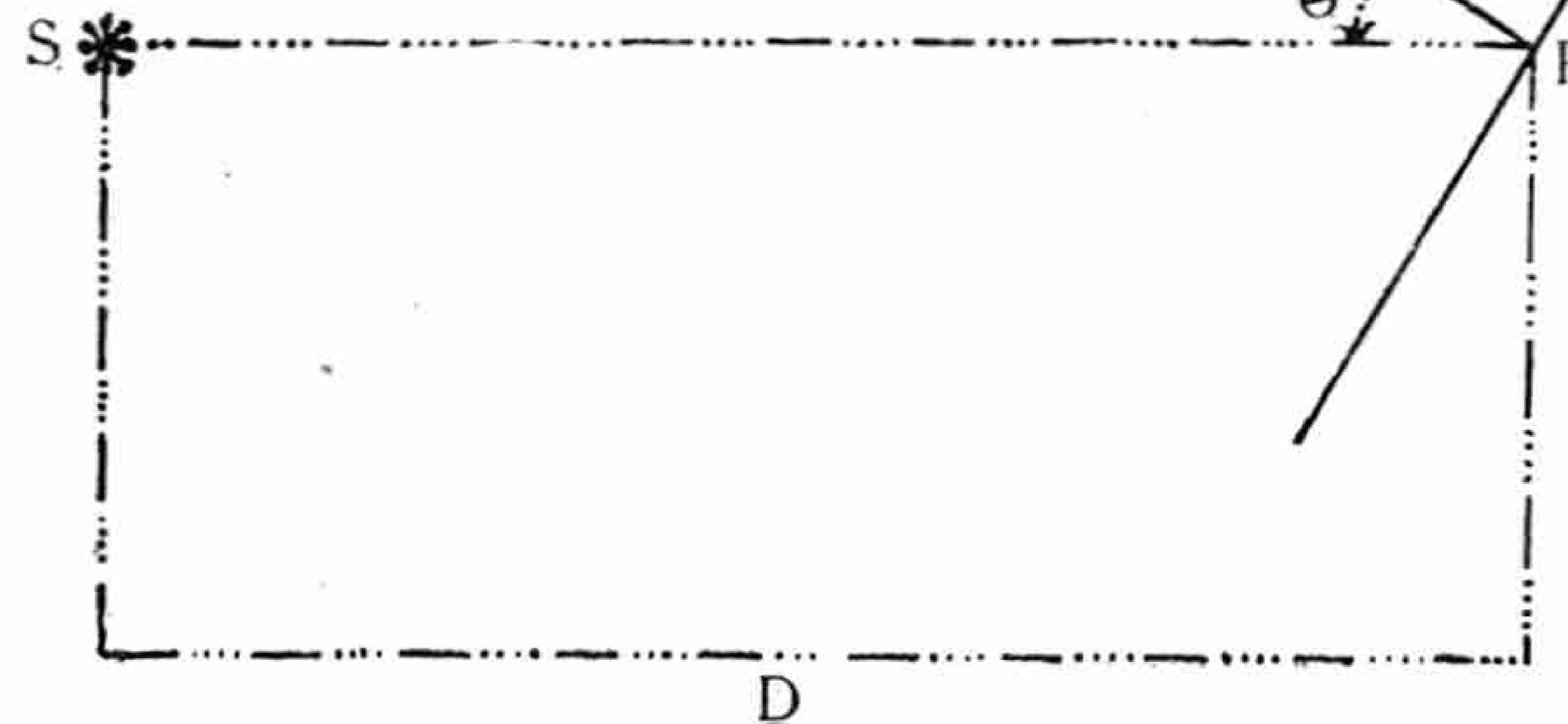
1. r అర్ధవ్యాసముగల గోళతలముపై $r^2$ వైశాల్యమునకు గోళకేంద్రమువద్ద అభిముఖముగానున్న ఘనకోణము. ఈ కోణములోని కాంతికి కాంతిప్రవాహపు యూనిట్ అని పేరు.
2. r అర్ధవ్యాసము గల గోళతలముపై కాంతి ప్రసారము ప్రతి చతురపుఅడుగునకు $\frac{1}{r^2}$ లూమెన్‌లు.
3. ఒక కొవ్వొత్తి కాంతి సామర్థ్యముగల దీపము.
4. యూనిట్ ఘనకోణము.

తీక్ష్ణతలను ప్రమాణముగా తీసికొన్న కాంతి తీక్ష్ణతతో సరిపోల్చి చూచుట, ప్రపంచ విజ్ఞానులందరును అంగీకరించిన ప్రామాణ్యమానములో వాటి విలువను కట్టుట, అనువిషయములగూర్చి ఈ శాఖ చర్చించును. అందులకై ఉప

యోగపడు పరికరమునకు 'దీప్తిమాపకము' అని పేరు. సర్వసాధారణముగా ఈ తారతమ్య గ్రహణము మానవ నేత్రసహాయముననే జరుగును.

ప్రభవస్థానమునుండి కాంతి వికిరణ రూపమున శక్తిని అంతరాళములో ప్రసరింపచేయును. ఈ శక్తి వస్తువుల యొక్క ఉపరితలముపై పడుటచే అవి ప్రకాశవంతములు అగును. ఇట్లు పడిన వికిరణములలో కొంత భాగము వస్తూపరితలమునుండి పరావర్తన మొనర్చబడుట చేతనే ఆ వస్తువు మనకంటికి అగపడును.

మనకంటియొక్క దీప్తి గ్రహణ వ్యాపారమును ఆధారము చేసికొని ప్రభవస్థానమునుండి మనకంటివైపు ప్రసరించు దీప్తి ప్రవాహపు రేటును నిర్ణయింతురు. ఈ రేటుకు (దీప్తి ప్రవాహము) 'లూమినస్‌ఫ్లక్స్' అని పేరు. దీనిని 'లూమెన్' అను యూనిట్‌లలో తెలియ చేయుదురు.



పటము 2. విలోమవర్గసూత్రము

ఏ దిక్కునకైన ఒక ప్రమాణ క్యాండిల్ దీప్తిని ప్రసరింప చేయగల కాంతి ప్రభవస్థానము ఒక యూనిట్ ఘనకోణములో ప్రసరింపచేయు కాంతి ప్రవాహమునకు ఒక 'లూమెన్' అని పేరు. యూనిట్ ఘనకోణ మనగా r మీటరుల అర్ధవ్యాసముగల ఒక గోళము యొక్క ఉపరితలమున $r^2$ చతురపు మీటరులకు సమానమగు వైశాల్యమునకు కేంద్రమువద్ద అభిముఖముగా ఉన్న కోణము. 1వ పటము చూచిన ఈ విషయము స్పష్టమగును.

ఇంకను 'ప్రమాణక్యాండిల్ పవర్' అన నేదియో మనము తెలిసికొనవలసి ఉన్నది. వేడిచే కరగి, ఘనీభవించు తాపక్రమము(2042° K పరమతాపక్రమమానము)లో ఉన్న ప్లాటినమ్ ధాతుద్రవములపై ఒకచతురపు సెంటీమీటరు వైశాల్యమునుండి పైకి వెడలుదీప్తి 60 ప్రమాణ క్యాండిల్‌ల దీప్తికి సమానమను సమాఖ్యకు వచ్చి, అందు 60వ భాగమును క్యాండిల్ సామర్థ్యముగా, అంతర్జాతీయముగా వైజ్ఞానికులు స్వీకరించిరి. ఈ నూతన ప్రమాణమే నేడు దీప్తికి కొలబద్దగా అన్ని దేశములచేతను అంగీకరించబడినది. అంతర్జాతీయ భారప్రమాణ సంఘముచే ఆమోదింపబడి ఈ ప్రమాణము 1948 జనవరినుండి అమలులోనికి వచ్చినది. ఈ నూతన ప్రమాణమునకు 'క్యాండెలా' అని పేరు.

వస్తుతలమునందు ఏదేని ఒక బిందువువద్ద ఉన్న లూమినస్‌ఫ్లక్స్ (దీప్తిప్రవాహము) యొక్క తలసాంద్రతను, ఆ బిందువువద్ద ఆ వస్తువు 'ప్రకాశము' అని పేర్కొందురు. మాపనదిశవైపు ఒక యూనిట్ వైశాల్యముపైబడు క్యాండిల్ సామర్థ్యమునకు 'ఔజ్జ్వల్యము' అని పేరు.

కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల తీక్ష్ణతలను పేర్కొనునపుడు సాధారణముగా ఉపయోగించు పదములు మరి రెండు ఉన్నవి. (1. M. H. C. P. - సగటుక్షితిజ క్యాండిల్ సామర్థ్యము ; 2. M. S. C. P. - సగటుగోళీయక్యాండిల్ సామర్థ్యము) అనునవియే ఆ పదములు. కాంతి కేంద్రమునకు అడ్డముగానున్న క్షితిజ తలమున ఉన్న కాంతి ఉత్పత్తిస్థానపు సగటు క్యాండిల్ సామర్థ్యమును M. H. C. P. అని పేర్కొందురు. ఇక కాంతి ఉత్పత్తిస్థానమునకు అన్ని దిశలలో ఉన్న కాంతి ఉత్పత్తిస్థానము యొక్క సగటు క్యాండిల్ సామర్థ్యమును M. S. C. P. అని నిర్వచింతురు.

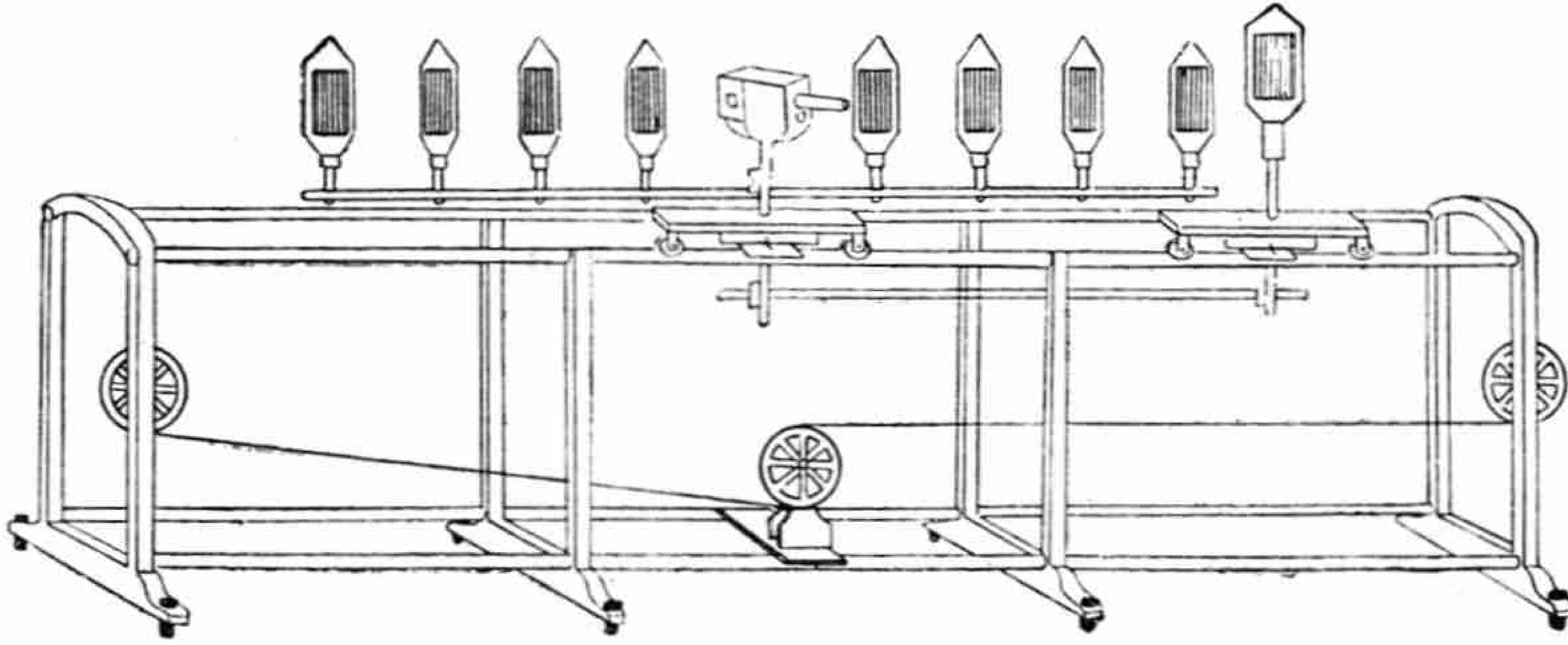
ప్రాథమికసూత్రములు : కాంతిమానవిజ్ఞానము, దాని ప్రయోగము, క్రింది ప్రాథమికసూత్రములపై ఆధారపడిఉన్నవి (పటము 2). S అనే కాంతిఉత్పత్తిస్థానము వలన ఏదైనను ఒకతలములో P అను బిందువువద్ద ప్రకాశము 1. కాంతిఉత్పత్తిస్థానపు క్యాండిల్ సామర్థ్యమునకు అనులోమనిష్పత్తిలోను, 2. కాంతిఉత్పత్తిస్థానమునకు, బిందువునకుగల దూరపువర్గమునకు విలోమనిష్పత్తిలోను, 3. P అను బిందువుగల తలమునకు, P వద్ద గీయబడిన లంబమునకును, కాంతిఉత్పత్తిస్థానమును P బిందువుతో కలుపు రేఖకును, మధ్యగల కోణము $\theta$ అనుకొనినచో Cos $\theta$ కు అనులోమనిష్పత్తిలోను మారును :

L = ప్రకాశము, I = క్యాండిల్ సామర్థ్యము, d = కాంతిఉత్పత్తిస్థానమునకును, బిందువుకును గల మధ్యదూరమును అయినచో ఈ సంబంధమునే $\frac{I}{d^2}\cos\theta$ అను

సమీకరణముద్వారా నిరూపించవచ్చును. ప్రాథమిక ప్రమాణములు గౌణప్రమాణములు అని కాంతిమాపక ప్రమాణములు రెండువిధములు, కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల తీక్ష్ణతలన్నియును ఈ ప్రాథమిక ప్రమాణములలోనే వ్యక్త పరచబడును. ఇక నిత్యవ్యవహారములో దీప్తిమాపనము నందు గౌణప్రమాణములనే వినియోగింతురు. ప్రాథమిక ప్రమాణములలో జ్వాలాప్రమాణములు, తప్తదీప్తిప్రమాణములు అని మరల రెండు తెగలున్నవి. నిర్దిష్టమైన కొన్ని నియమములలో వెలుగు ఉజ్జ్వలజ్వాలాతీక్ష్ణతపై ఆధారపడి జ్వాలా ప్రమాణములు ఉన్నవి. ద్రవీభవన స్థితి యందున్న ద్రవ్యము యొక్కగాని, లేదా నిర్దిష్టతాప క్రమమునందున్న ఘనద్రవ్యము యొక్క గాని, నిర్దిష్ట వైశాల్యముయొక్క క్యాండిల్ సామర్థ్యముపై ఆధారపడి తప్తదీప్తి ప్రమాణములు ఉన్నవి. జ్వాలా ప్రమాణములలో బ్రిటిష్‌స్టాండర్డ్ క్యాండిల్, 'వెర్నాన్ - హార్కోర్ట్' పెంటేన్ దీపము (ఇంగ్లండు), 'హెఫ్నర్', అమిల్ అసిటేట్ దీపము (జర్మనీ), 'కార్సెల్' కొల్జా నూనె దీపము (ఫ్రాన్స్) ముఖ్యమయినవి. ఇక తాపదీప్తి ప్రమాణములలో 'వయొల్లా' ప్లాటినమ్‌ప్రమాణము, కార్బన్ చాపప్రమాణమును పేర్కొనదగినవి. కరగియున్న ప్లాటినమ్ యొక్క ఘనీభవన తాపక్రమమువద్ద ఒక చదరపు సెంటీమీటరు వైశాల్యముగల ప్లాటినమ్‌తలముచే ప్రసరితమగు కాంతిపై 'వయొల్లా' ప్లాటినమ్ ప్రమాణమును, ఒక చదరపు మిల్లీమీటరు వైశాల్యపు ధనక్రేటరు గల కార్బన్ చాపముపై కార్బన్ చాపీయ ప్రమాణమును ఆధారపడి ఉన్నవి.

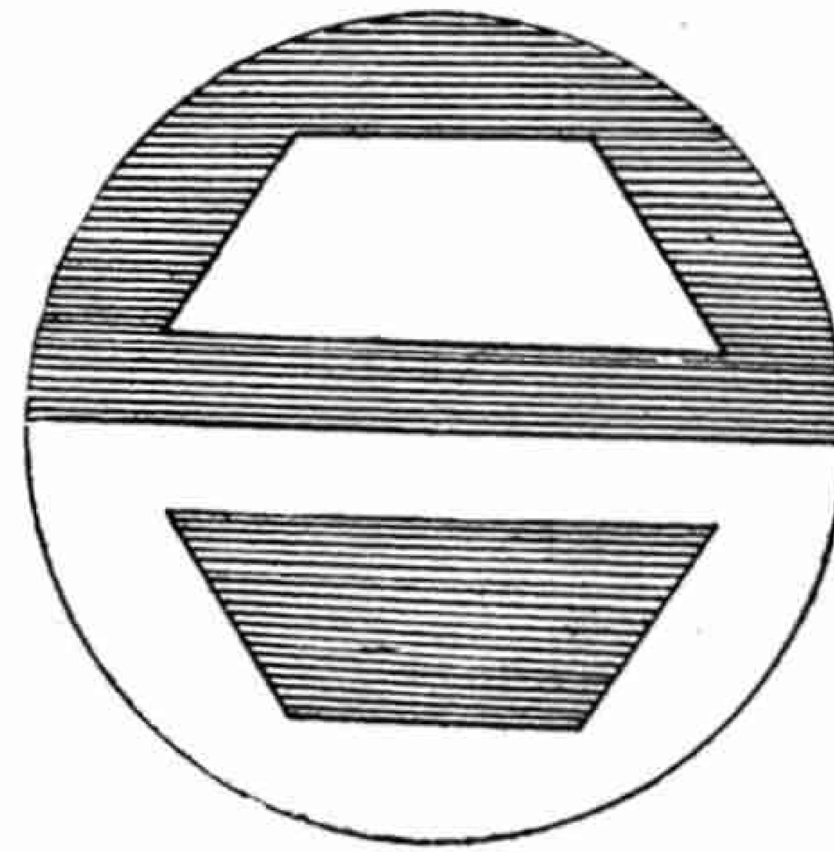
గౌణప్రమాణములలో ఎక్కువవాడుకలో ఉన్నది కార్బన్ లేదా టంగ్‌స్టన్ ఫిల్‌మెంట్‌గల విద్యుద్దీప ప్రమాణములే. ఎక్కువగా కాకుండ కొంచెము మోతాదుగా వాడినచో ఈ దీపములు చాల హెచ్చు కాలమే ఒక నిర్దిష్ట తీక్ష్ణతయందుగల కాంతి నిచ్చును. పరిశోధనాగారము లన్నిటిలోను కాంతిమాపక వ్యవహారములయందు నిత్యము ఉపయోగించు ఉపప్రమాణములు ఇవియే.

దీప్తిమాపకవిధానములు : కాంతిఉత్పత్తిస్థానముల తీక్ష్ణతలను పోల్చుటలోను, వాటి క్యాండిల్ సామర్థ్యములను ఉపప్రమాణరూపములో కొల్చుటకును వాడు ఆధునిక కాంతిమాపకపద్ధతులలో, క్రిందిపటములో చూపినట్లు సునిశిత కాంతిమాపకమును, 3 లేక 5 మీటరులు పొడవుగల 'ఆప్టికల్ బెంచి' (చాక్షుషపీఠము)ను ఉపయోగింతురు.



పటము 3. చాక్షుషపీఠము

దీప్తిమాపనములలో మిక్కిలి కచ్చితమైనది లుమ్మరు-బ్రోడమ్ పరికరము. ఆపరికరమునకు జతపరచియున్న దూరదర్శనిగుండా చూచినప్పుడు అగుపడు ఈ కాంతిమాపకము యొక్క దృక్‌క్షేత్రము రెండు భాగములుగా 4వ పటములో చూపినట్లుండును. దృక్‌క్షేత్రముయొక్క రెండు భాగములందును, రాంబస్ ఆకారముగల మచ్చలు, ఈమచ్చలకు వెనుకనున్న తలమును ఛాయయందు సమముగా నున్నచో రెండు కాంతి ఉత్పత్తిస్థానముల తీక్ష్ణతలు సమానముగా ఉన్నవని నిర్ణయింప వచ్చును. ఈ కాంతి మాపక సహాయమున అనుభవజ్ఞుడైన అవేక్షకుడు వేర్వేరు ప్రయోగములలో గైకొనిన ఫలితముల సగటునుబట్టి కాంతి ఉత్పత్తిస్థానపు తీక్ష్ణతను నూటికి 0·1 కంటె ఎక్కువ తేడా లేకుండా కనుగొనవచ్చును.



పటము 4.
దీప్తిమాపక క్షేత్రదృశ్యములు

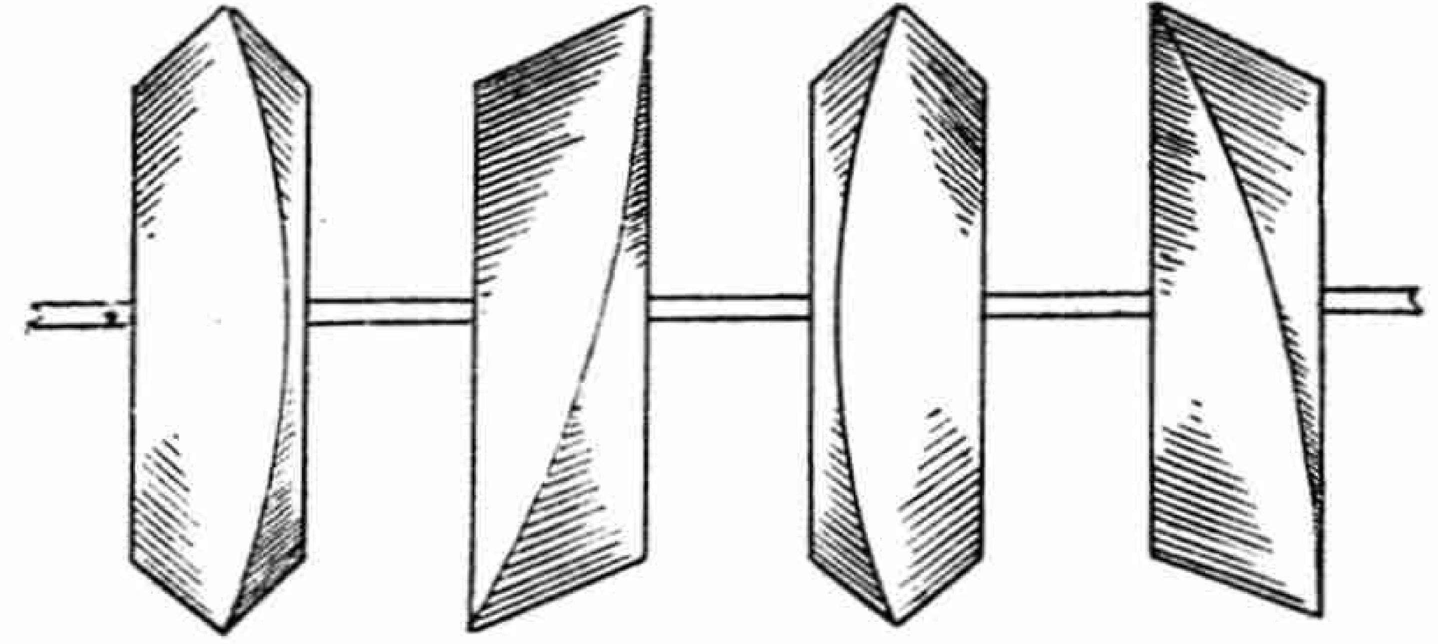
కాంతి ఉత్పత్తి స్థానముల తీక్ష్ణతలను నిర్ణయించుటలో కలకత్తాలోని ప్రభుత్వశోధనగృహమందు అవలంబించు పద్ధతియును, ఇంగ్లండులోని నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీలో అవలంబించుపద్ధతియును సమానములే. ఈ పద్ధతియందు ఆదిలో ఒకదీపమును మానముగా చేసి, ఏదైనా ఒకదీపము యొక్క తీక్ష్ణతను దీనితోపోల్చి, ఆ దీపపుతీక్ష్ణతను నిర్ణయింతురు. (ఏదీపముయొక్క తీక్ష్ణతను కనుగొనవలెనో దానిని,

దీని తీక్ష్ణతతో పోల్చుదురు.) ఏదీపముల తీక్ష్ణతలను కనుగొన వలెనో, కాంతిమాపకమునకును, వానికిని గల దూరము లను కొలుతురు. విలోమవర్గ సూత్రసహాయమున వాటి క్యాండిల్ సామర్థ్యములు కనుగొందురు.

పై విధానమును, ఏదైన ఒక నిర్దిష్టదిశలో కాంతి ఉత్పత్తిస్థానము యొక్క క్షితిజక్యాండిల్ సామర్థ్యమును కొలుచుటకుగాని, లేదా దాని M. H. C. P. కొలుచుటకు గాని మార్పుచేయవచ్చును. M. S. C. P. నిర్ణయించుటకై తీక్ష్ణత అన్ని దిశలలోను సమానముగా ఉండునట్లు చేయు టకుగాను సంపూర్తిగా వ్యాపనమొనరింపగలిగిన ప్రత్యేక మైన పెద్ద గోళముయొక్క గాని, ఘనము యొక్క గాని, లోపలి తట్టున తెల్లనిరంగును పూసి ఉపయో గింతురు.

**విజాతీయవర్ణదీప్తిమాపనము :** ఆప్టికల్ బెంచ్ (చాక్షుష పీఠము) తో కలిసి ఉపయోగించు దీప్తిమాపకసహాయమున విద్యుద్దీపములు, హరికేన్ దీపములు, అధిక్షేప వాయు దీపములు మున్నగు కాంతి ఉత్పత్తిస్థానములలో దేనితీక్ష్ణత నైనను కొలువవచ్చును. ఇక తాపదీప్తివిద్యుద్దీపములను ఉపప్రామాణ్యదీపములుగా గాని, సరిపోల్చుదీపములుగా గాని సాధారణముగా ఉపయోగించవచ్చును. కాని, వాటి వలన వర్ణసామ్యము ఉజ్జాయింపుగ మాత్రమే ఉండును ; కాని, కచ్చితముగ ఉండదు. అందుచేత, నూనె లేదా వాయుదీపములను శోధించవలసినప్పుడు వర్ణసామ్యము పూర్తిగా చేకూరదు. లుమ్మరు-బ్రోడమ్ దీప్తిమాపక క్షేత్రము యొక్క రెండు అర్థభాగములకు వర్ణసామ్యము ఉన్నదో లేదో నిర్ణయించుట కొంచెముకష్టము ; ఫలముకూడ అనిశ్చి తము. వెనుకభాగపు వర్ణముతో కేంద్రభాగమందలిమచ్చ యొక్కవర్ణము సామ్యమునొందక భేదముగానుండును. అట్టిచో విజాతీయవర్ణదీప్తిమాపనమునకై 'ఫ్లికర్' దీప్తి మాపనమును అనగా, కంపనదీప్తిమాపనమును సాధారణ ముగా ఉపయోగింతురు.

కంపనదీప్తిమాపనము ఏసూత్రముమీద పనిచేయునో ఆ సూత్రమును బోధపరుచుకొనుటకు మన చక్షురింద్రియ వ్యాపారమునుగురించిన పరిచయము మనకు ఆవశ్యకము. మన అక్షిపటలముపై పడు కాంతికిరణము రెండు భిన్న సంవేదనములను కలుగజేయును. అందొకటి ప్రకాశము ; రెండవది రంగు. ప్రకాశసంవేదనతీక్ష్ణత కాంతియొక్క తీక్ష్ణ తనుబట్టి ఉండును. రంగును గ్రహించుట కాంతి ఏక తరంగరూపమైనపుడు ఆ కాంతియొక్క తరంగదైర్ఘ్య మునుబట్టి ఉండును ; కాంతి ఏకతరంగరూపము కానప్పుడు, ఆ కాంతియందు కలసియున్న భిన్నకాంతికిరణముల తార తమ్యతీక్ష్ణతనుబట్టి ఉండును. దీప్తిమాపకపుతెరను అవేక్ష కుడు చూచునప్పుడు పైనిచెప్పిన ప్రకాశసంవేదన, వర్ణ సంవేదన, అను రెండు సంవేదనలును వానికంటియందు జనించును. ఈ సంవేదనలకు కారణమగు కాంతిని వాని దృష్టినుండి తొలగించినతరువాతకూడ కొంతసేపటివరకు



పటము 5. కంపనదీప్తిమాపకపుతెరయొక్క దృశ్యములు

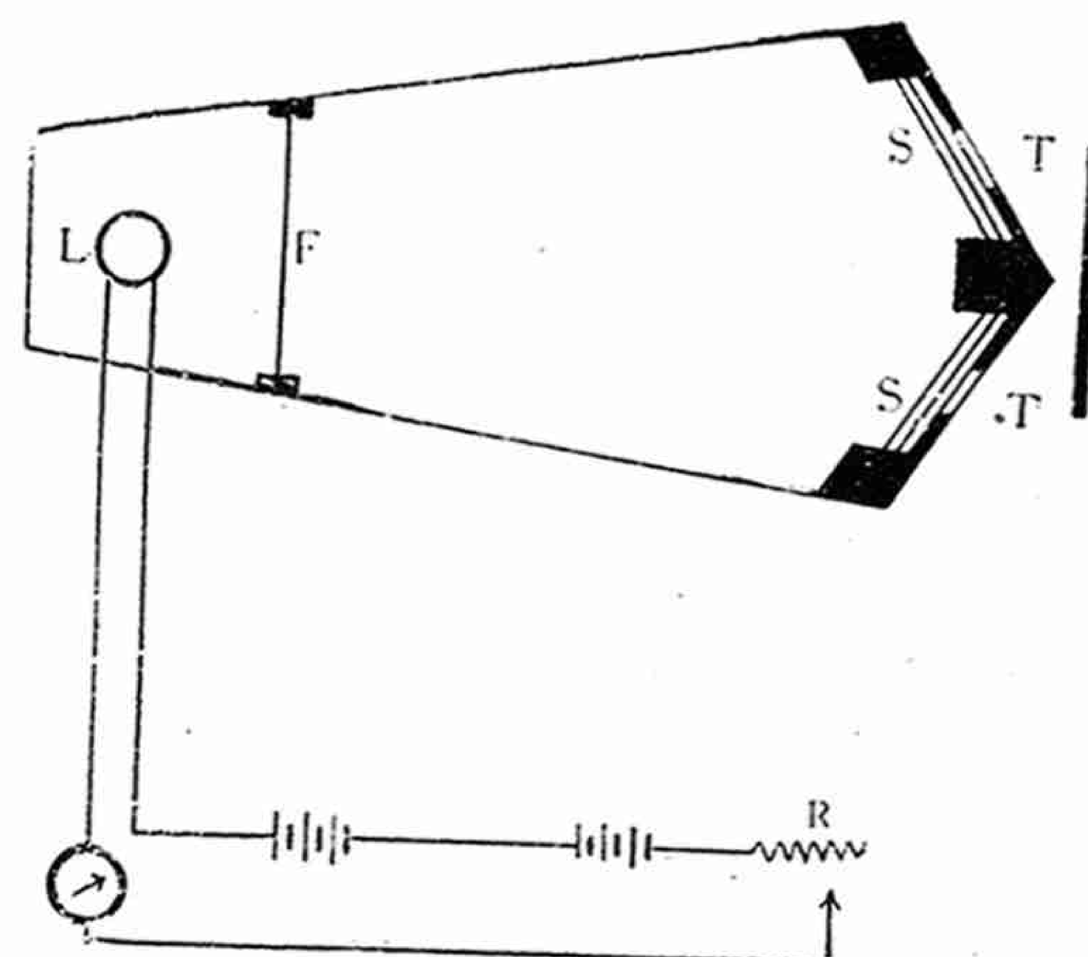
ఈ రెండు సంవేదనసంస్కారములును అక్షిపటలముపై నిలచిఉండును. కాని, ప్రకాశసంస్కారము పోయినతరు వాతకూడ కొంతకాలము వర్ణసంస్కారము నిలచును. అందుచే, దీప్తిమాపకపుతెర రెండువైపులును ఒకదాని తరువాతనొకటి ఏవిధముననైన అతిశీఘ్రవేగముతో దృష్టిపథములోనికి తీసికొనివచ్చినచో తెరరెండుప్రక్కల వలన కలిగిన వర్ణ, ప్రకాశ సంవేదనలు అక్షిపటలముపై స్థిరముగానుండుటచే కాంతి కంపించక స్థిరముగానున్నట్లు అగుపడును. వినిమయవేగము కొంచెముతగ్గినచో,వర్ణసంవే దన స్థిరముగానున్నను, తెరరెండువైపులును సమానప్రకా శము కలిగియున్నప్పుడుతప్ప తక్కినపరిస్థితులలో ప్రకాశ సంవేదన చంచలముగా అనగా, కంపించుచున్నట్లుండును. అందుచే, వర్ణసంవేదనను స్థిరముగాఉంచుటకు అనువైన వినిమయవేగమును వినియోగించి, దీప్తిమాపనపుస్థాన మును ఇటునటు మార్చుటవలన, తెరరెండువైపులును సమాన ప్రకాశవంతములుగా ఉండునట్లు చేయవచ్చును. ఇట్టి పరిస్థితులలో వర్ణసంవేదన సమానప్రకాశసంవేదనకు అడ్డుతగులదు. ఇదియే కంపనదీప్తిమాపనపు క్రియా సూత్రము. ఈ సూత్రప్రకారము ఏరెండు కాంతిఉత్పత్తి స్థానముల తీక్ష్ణతలను పోల్చవలసిఉన్నదో వాట్లతో ఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాపనమును సమానకాంతియుతముగా ఒనర్చుటకై ఆ కాంతిఉత్పత్తిస్థానములను ఒకదానితరు వాత వేరొకదానిని ప్రదర్శించువేగము సాపేక్షముగ, మందముగ ఉన్నపుడు, ఫ్లిక్కర్ గోచరము కానంతవరకు వాటి సాపేక్షకాంతితీక్ష్ణతలను సవరింపవలసి ఉన్నది. పరిశోధనాగారములలో సైమన్స్ఏబడిఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాప నము తరుచుగా ఉపయోగింతురు. దీనిలో ప్లాస్టర్ తో తయారుచేయబడిన దిమ్మ ఉండును. రెండుశంక్వాకార

ములను ఒకదానికొకటి అతికించిసూదిగానున్న భాగములను కొట్టివేసినచో ఎట్లుండునో ఆ దిమ్మ అట్లుండును. స్ప్రింగ్ సంవిధానమువలన వివిధవేగములతో దానిని త్రిప్పవచ్చును. రెండు కాంతి ఉత్పత్తిస్థానములచేతను ఈ దిమ్మయొక్క రెండు వైపులను ప్రకాశింపచేసినపుడు, దిమ్మ పరిభ్రమించిన కొలదియును ఆ కాంతులను విభజించు కాంతిరేఖ వెనుకకును, ముందుకును ఊగులాడి ఫ్లిక్కర్‌ను చూపు క్షేత్రము ఏర్పడును.

రెండు కాంతిఉత్పత్తి స్థానములకు మధ్యనుండు వర్ణ వ్యత్యాసములను ఒకదానిముందటగాని, లేదా రెండింటి ముందటనుగాని అనుగుణమైన వర్ణశోషకములను ఉపయోగించికూడా తగ్గించి ఆకాంతి ఉత్పత్తిస్థానములందు సామరస్యమేర్పరచి, పిమ్మట మామూలురీతిగనే లుమ్మరు-బ్రోడమ్ దీప్తిమాపనమును ఉపయోగించి వాటి కాంతి తీక్ష్ణతలను పోల్చవచ్చును. ఎట్లయినను, ఉపయోగించిన వర్ణశోషకములనుండి బహిర్గతమగు వర్ణముల పరిపూర్ణ పరిజ్ఞానము ఉన్ననేకాని ఇది సాధ్యముకాదు. అందుచేత, ఫ్లిక్కర్ దీప్తిమాపనవిధానమే ఎక్కువ తేలికయగుటచే దానినే సాధారణముగా వాడుదురు.

భౌతికదీప్తిమాపనము : కేవలము కంటిని ఆధారము చేసికొని ప్రకాశతీక్ష్ణతను కొలుచువిధానము ప్రాయికముగా వాడుకలోనికి వచ్చినప్పటికిని, కన్నుప్రసక్తి లేకుండా కాంతితీక్ష్ణతను కొలుచు పరికరముల నిర్మాణ విషయమై ప్రయత్నములు సాగినవి. అనేకశారీరకపరిస్థితులచే మనకంటియొక్క కాంతిగ్రహణసామర్థ్యము కుంటువడియుండుటయే ఈ ప్రయత్నములకు ముఖ్యకారణము. ఈ భౌతికదీప్తిమాపన పరికరములన్నియు నున్ననితలములపై పడిన కాంతియొక్క తీక్ష్ణతాతారతమ్యమును గ్రహించు ప్రయోజనముకలవే. ఈ పరికరములవలన లభ్యమగుఫలములు ప్రత్యక్షముగా కన్ను ఉపయోగించు విధానములనుండి లభ్యమగుఫలములతో సంవదించవలెననిన, మనకన్ను ఏయేవిధముల వివిధకాంతి దైర్ఘ్యములకు వికారమును చెందునో అట్టి వికారములనే ఈపరికరములు కూడ ఆయాతరంగదైర్ఘ్యములకు ఉచ్చాదితము అయినపుడు చూపవలెను. మనకన్నెట్లు వివిధతరంగదైర్ఘ్యములకు ప్రతికరించునో అట్టిప్రతీకారమునే వర్ణశోషకములతో కూడియున్న కొన్నిరకముల కాంతివిద్యుద్ఘటములు ప్రదర్శించును. తరుచుగా విద్యుద్దీపముల కాంతి సామర్థ్యమును పరీక్షించు ఆవశ్యకతగల ప్రభుత్వపరిశోధనాగారములయందు ఇట్టి కాంతివిద్యుద్ఘటమునే అధికీకరణసాధనముతో కలిపి ఉపయోగింతురు.

స్వయంప్రకాశక యౌగికదీప్తిమాపనము : గడియారముల ముఖముపై అంకెలను చీకటిలోకూడ కనపర్చు స్వయంప్రకాశక ద్రవ్యములు కొన్నికలవు. ఇవి రేడియమ్, మెసోతోరియమ్ అను ధాతువుల యౌగికములు ; వీటి కాంతినిచ్చు సామర్థ్యమును కొలువవలసివచ్చును. వాటి సహజకాంతి చాలతక్కువ. అది మనకంటికి గోచరించదు. ఈ కాంతి కొంచెము ఆకుపచ్చరంగుగా ఉండును. అట్టి హీనకాంతులను కొలుచుటకు అనువగు దీప్తిమాపనము 6వ పటములో కననగును. దీనిని ఇంగ్లండుదేశపు నేషనల్ ఫిజికల్ లేబొరేటరీవారు సృజించిరి. దీనిని ఇండియాలో



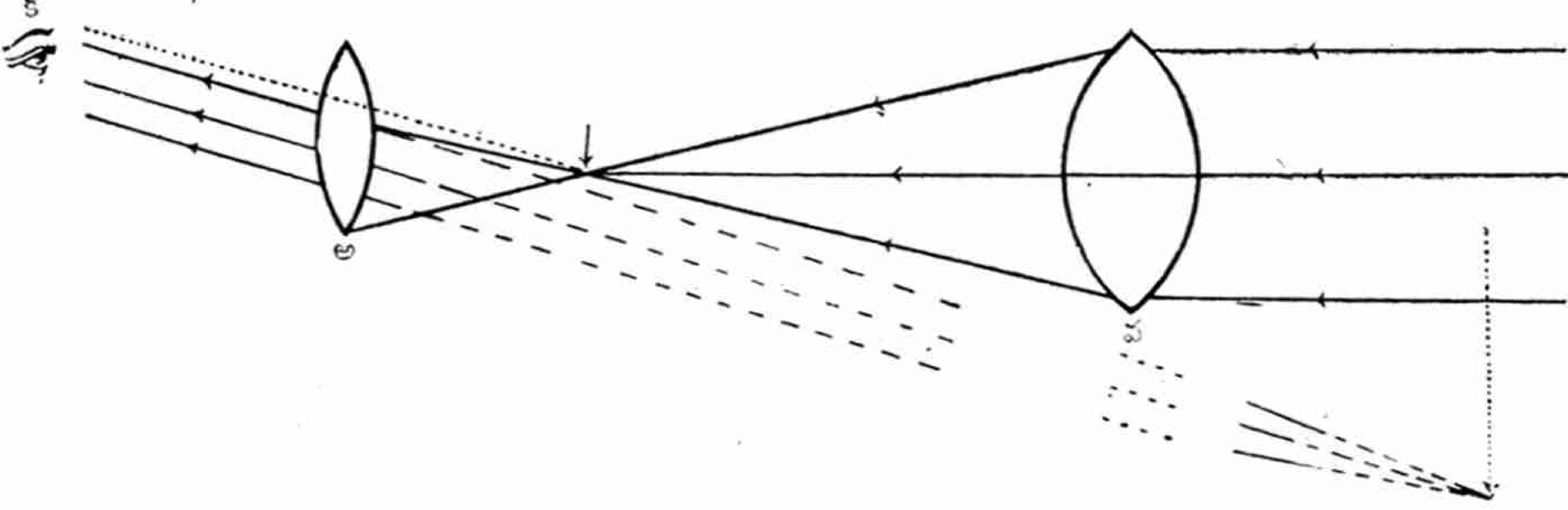

పటము 6. వర్ణదీప్తిమాపనము

డెహ్రాడూన్ టెక్నికల్ డెవలప్‌మెంట్ ఎస్టాబ్లిష్‌మెంట్ వారు వారిశోధనాగారములలో ఉపయోగించుచున్నారు. ఈ పరికరము పరిమాణము 5′ పొడవు, $1\frac{1}{2}'$ వెడల్పు, 1′ ఎత్తు. 'L' అనునది ఒకప్రమాణదీపము; దీని కాంతి 'SS' రెండుకాగితపుతెరలపై పడును. ఈకాంతిని ఒక ఆకుపచ్చని శోషకము F ద్వారా ఆతెరలపై పడనిత్తురు. ఈ తెరమీదపడు కాంతితీక్ష్ణతకును, విద్యుద్దీపమునకు, వినియుక్తమగు వేరువేరుశక్మలకును గల సంబంధమిదివరకే అంకితమైఉండును. 'TT' అనునవి రెండుస్టెన్సిల్‌లు. పరీక్ష చేయవలసిన గడియారపుముఖముపై ఉన్న అంకెల వలె ఈస్టెన్సిల్‌లపై కోతలు ఉండును. ఈ పరీక్షించవలసిన గడియారపుముఖము ఈరెండుస్టెన్సిల్‌లమధ్యనుసరిగా అమర్చబడి ఉండును. ఇందువలన ఆకుపచ్చకాంతిని మనకన్ను గ్రహించుటలో గల ప్రమాదములు తొలగజేయవచ్చును.

ఇతర దీప్తిమాపసములు : పైనివివరించిన దీప్తిమాపనమును చాలవరకు క్యాండిల్‌సామర్థ్యదీప్తిమాపనమని సాధారణముగా వ్యవహరింతురు. ఇదికాక ప్రకాశమాపకమని మరియొకటి ఉన్నది. రోడ్లు, దొడ్లు, లేదా భవన

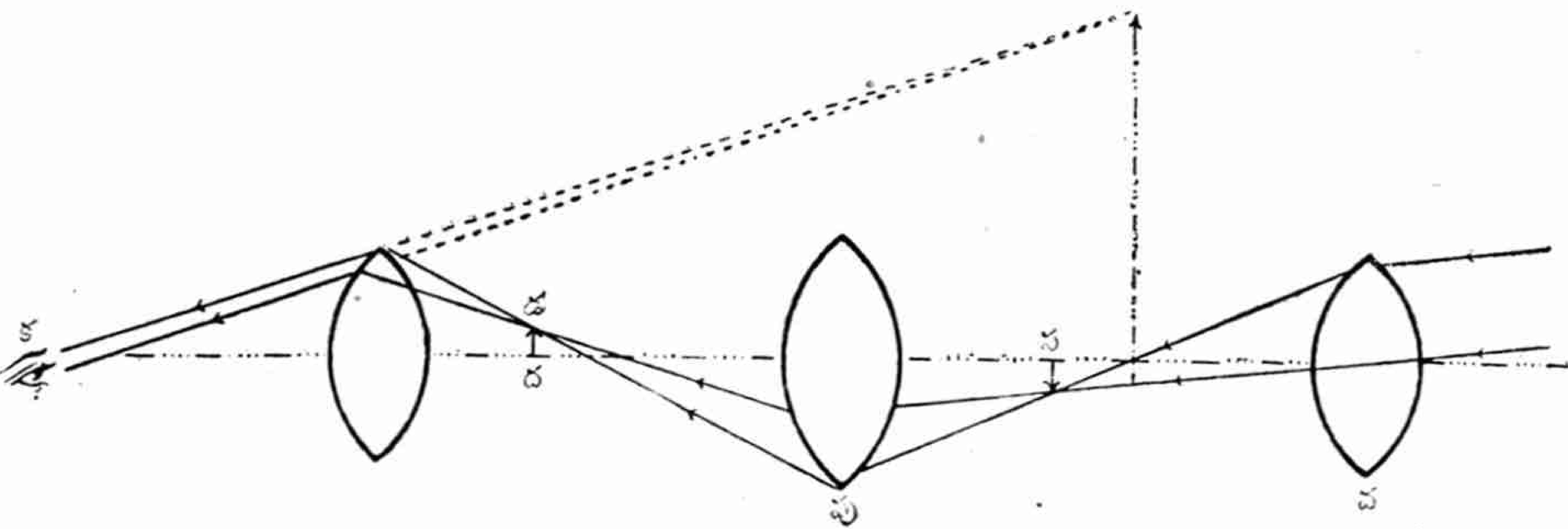
ములను కృత్రిమకాంతులచే కాంతివంతము ఒనర్చినపుడు వాటితలములపై కాంతి ఎట్లు పంపకమయినదో, ఆకాంతి పరిమాణమును కొలుచుట ఎట్లో అను విషయములనుగూర్చి ఈ భాగము చర్చించును. లేదా, భవనము లందు నిర్దిష్ట సంఖ్యగల ద్వారములు, కిటికీలు ఉన్నపుడు ఆభవనములో కాంతివ్యాపన మెట్లుండునో అను విషయముకూడ ఇది చర్చించును. కాంతిమాపనములోవర్ణపట కాంతిమాపనము మరి ఒక శాఖ. కాంతితరంగదైర్ఘ్యమునకును, ఆ తరంగముల కాంతుల తీక్ష్ణతలకును గల సంబంధమును గురించి ఈ శాఖ చర్చించును. 'నక్షత్ర కాంతి మాపనము' అను మరి ఒక శాఖ నభోమూర్తుల సాపేక్ష కాంతి తీక్ష్ణతలను కొలుచుటను గూర్చి చర్చించును.

సి. ఎస్. రా.



పటము 1. ఖగోళదూరదర్శని

**దూరదర్శని** : దూరముగనున్న వస్తువులను స్పష్టముగ చూచుటకు ఉపయోగించు శాస్త్రపరికరమే దూరదర్శని. నిర్మాణ విధానములోని వ్యత్యాసమునుబట్టి పరావర్తన దూరదర్శనులు, వక్రీభవన దూరదర్శనులు అని రెండురకముల దూరదర్శనిలు అమలులో ఉన్నవి.



చిత్రము 2. భూదూరదర్శని

వక్రీభవన దూరదర్శని : వక్రీభవనదూరదర్శనిలో ముఖ్యముగా 1 వస్తుకటకము; 2. అక్షికటకము ఉండును. దూరదర్శనిలో వస్తువు వైపు ఉన్నదే వస్తుకటకము. ఇక కంటికి దగ్గరఉన్నది అక్షికటకము. ఈ రెండు కటకములు ఒక ధాతునాళముయొక్క రెండువైపుల అమర్చబడును. వస్తువులనుండి వచ్చు కాంతి కిరణములు తప్ప అన్యకాంతి పరికరములోనికి చొరకుండా ఈధాతు గొట్టము కాపాడును. ఇక ఈ ధాతుగొట్టము ఏకవ్యాసనాళము కాదు. అది వివిధవ్యాసములు గల రెండునాళములకూర్పు. అందు ఒకదానిలోఒకటి జరుగునట్లు ఏర్పాటుచేయబడి ఉండుటచే అవసరమైనపుడు రెండుకటకముల మధ్య దూరమును మార్చుటకు వీలగును.

పనిచేయు పద్ధతి : 1వ పటములో వ- వస్తుకటకమును, అ-అక్షికటకమును సూచించును. ఈ రెండుకటకములు ఏకాక్షమున బిగింపబడి ఉండును. పరికరమును ఉపయోగించుటకు ప్రాతిపదికగా వస్తు, అక్షికటకముల మధ్యదూరమును ఇంచుమించు వాటినాభిదైర్ఘ్యముల మొత్తమునకు సమానముగాఉండునటుల సవరించవలెను. దూరదర్శనిని ఏదైన దూరపువస్తువువైపుకు త్రిప్పి జారుగొట్టములసహాయముచే అక్షికటకములోంచి చూచునపుడు వస్తువుయొక్కస్పష్టమైన ప్రతిబింబము గోచరమగువరకు అక్షికటకస్థానమును కొద్దికొద్దిగా మార్చి, ఈసవరింపును చేయవచ్చును.

దూరదర్శనిని దూరముగానున్నవస్తువువైపుత్రిప్పినపుడు ఆవస్తువునుండి బహిర్గతమైన సమానాంతరకాంతికిరణములు వస్తుకటకమును చొచ్చి, అచట వక్రీభవనముచెంది వస్తుకటకపునాభితలములో వస్తువుయొక్క నిజమైన తలక్రిందుబింబము గోచరించును. ఈ బింబమును అక్షికటకము యొక్క వస్తువుక్రింద మనము పరిగణించిన దాని నుండి

బయలుదేరిన కాంతికిరణములు అక్షికటకమును చొచ్చి, అచట వక్రీభవనమును పొంది వస్తుకటకమునకు ఎక్కడో ముందు చాల దూరములో పెద్దదై, స్పష్టముగా ఉండి తలక్రిందులైన మిథ్యాబింబమును ఏర్పాటుచేయును. దూరదర్శనిలో మనకు గోచరమగునది ఈ బింబమే.

దూరదర్శనిలో మనకు గోచరమగు బింబముయొక్క స్థానమును కంటికి అతిసమీపమున ఉండి అనంతప్రదేశములో చాల దూరమువరకు మార్చవచ్చును. కాని, కంటికి మిక్కిలి దగ్గరగా బింబమును ఏర్పాటుచేసిన దానిని పరిశీలించుట కంటికి మిక్కిలి ప్రయాసకరముగా ఉండును. కాబట్టి, దూరదర్శనిలో బింబమును అక్షికటకమునకు చాల దూరముగనే పడునట్లు చేయుదురు.

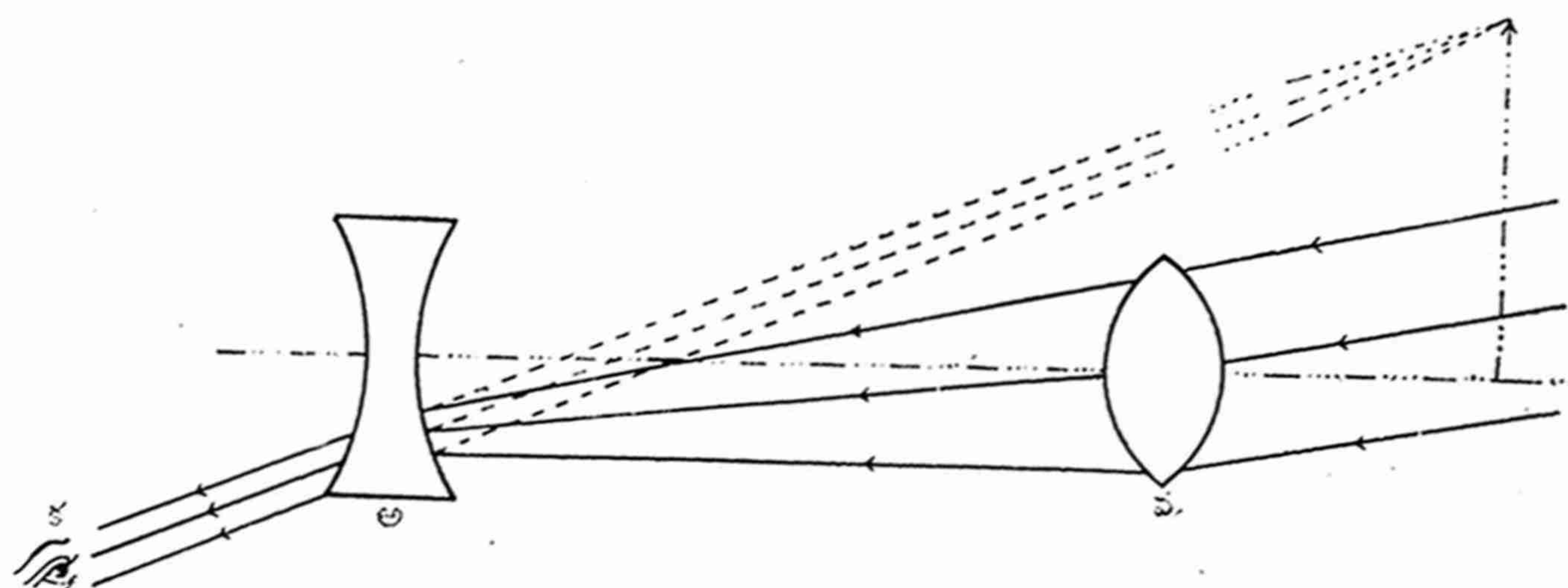
కంటితో వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబముచేయు కోణమునకు, వస్తువుచేయుకోణమునకు గల నిష్పత్తికి దూరదర్శని అధికీకరణ సామర్థ్యము అని పేరు. దూరదర్శనిగుండా చూచినపుడు ప్రతిబింబము చాల దూరముగా కనపడిన సందర్భములో దానియొక్క

$$\text{అధికీకరణ సామర్థ్యము} = \frac{\text{వస్తుకటక నాభిదైర్ఘ్యము}}{\text{అక్షికటక నాభిదైర్ఘ్యము}}$$

కాబట్టి, ఎక్కువ నాభిదైర్ఘ్యము గల అక్షికటకమును ఉపయోగించి ఎక్కువ అధికీకరణ సామర్థ్యముగల దూరదర్శనిని నిర్మింపవచ్చును.

పై నిర్మాణము గల దూరదర్శనిలో వస్తువుయొక్క తలక్రిందైన ప్రతిబింబమునే మనము చూడగలుగుచున్నాము. ఖగోళములు చాలవరకు గోళాకృతిని ప్రదర్శించును కాబట్టి, వాటి ప్రతిబింబములు తలక్రిందుగ పడినను ప్రమాదములేదు. కనుక, ఇట్టి నిర్మాణ విధానము గల పరికరములను తరచు ఖగోళ దూరదర్శనిలుగా ఉపయోగింతురు. కాని, భూమిపై దూరముగా నున్న ఓడనో, గాలిలో ఎగురుచున్న విమానమునో పరిశీలించుటకు అవి అంత ఉపయుక్తములు కావు. అట్టివాటిని మనము పరిశీలించవలసి వచ్చినపుడు వాటి ప్రతిబింబము పెద్దదిగా ఉండి తలక్రిందుగాక, నిట్టనిలువుగా ఉండుటనే మనము కోరుదుము ఇట్టి నిర్మాణ విధానముగల దూరదర్శనికి 'భూదూరదర్శని' అని ప్రత్యేక నామము.

వస్తుప్రతిబింబమును నిలువుగా పడునట్లు చేయుటకు భూదూరదర్శనిలో వస్తు, అక్షికటకములనేగాక మూడవ కటకమును గూడ ఉపయోగించెదరు. ఈ కటకము వస్తు అక్షికటకముల మధ్య అమర్చబడిఉన్నది. వస్తువుయొక్క చిట్టచివర బింబమును నిట్టనిలువుగా పడునట్లు చేయుటయే దాని కర్తవ్యము. కాబట్టి, దానికి అనులోమకటకమని పేరు. సాధారణముగా ఈ అనులోమకటకము ద్వికుంభ కటకముయొక్క కార్యనిర్వహణశక్తి గల రెండు సమపుటకటకముల కూర్పై ఉండును. 2వ చిత్రమునుబట్టి వస్తుకటకము ఎంతపరిమాణము గల తలక్రిందుబింబము (స)ను ఏర్పాటుచేయునో సమముగ అంతే పరిమాణము గల నిట్టనిలువుబింబము (డ-ద)ను ఇది కలుగచేయునని మనకు విశదమగును. ఈ బింబమే అక్షికటకమునకు 'వస్తువు'గా వ్యవహరించును. కాబట్టి, అక్షికటకముచే ఏర్పరచబడిన చిట్టచివరిబింబము నిలువుగనున్న మిథ్యాబింబమై ఉండును. 2వ చిత్రసహాయమున కార్యవిధానమును మనము తెలిసికొనవచ్చును.



చిత్రము ౪. గెలీలియోదూరదర్శని

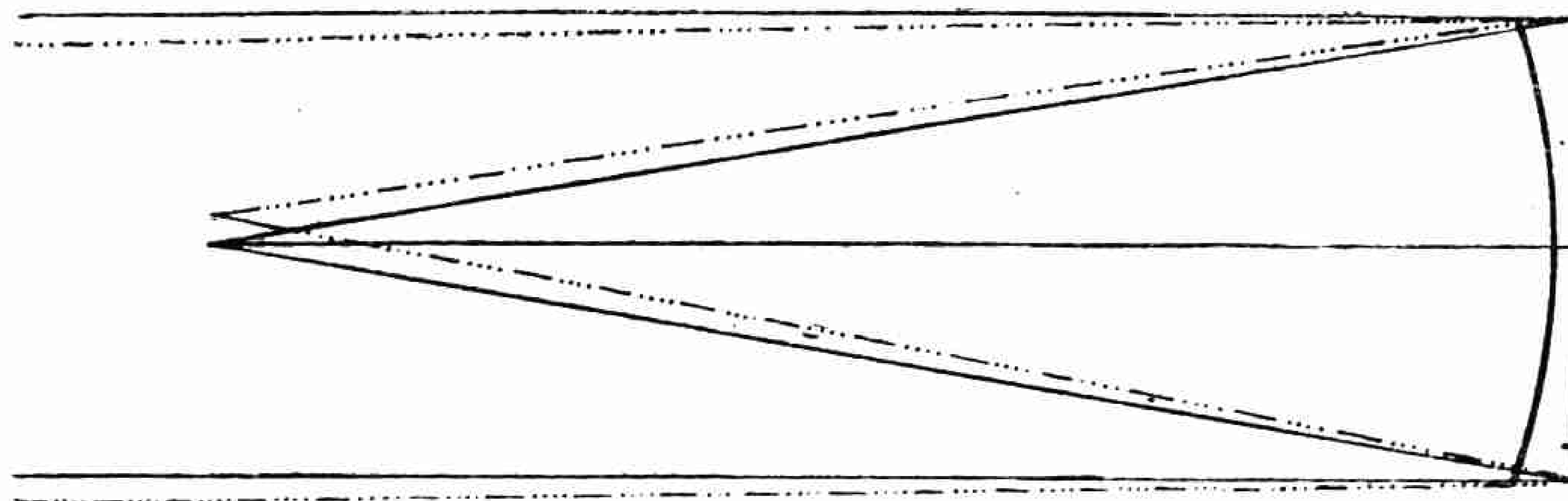
గెలీలియో దూర దర్శని: గెలీలియో నిర్మించిన దూరదర్శనిలో కూడ కట్టకడపటి ప్రతిబింబము నిట్టనిలువుగనున్న మిథ్యాబింబమే అయిఉండును. దానిని అక్షికటకముపై రెండు విధముల దూరదర్శనిలలోవలె ద్వికుంభకటకము గాక, ద్విపుటకటకమగుట గమనించవలసిన విషయము. గెలీలియో దూరదర్శనిలో అడ్డుతంతువులను బిగించుటకు వీలులేదు గాన, దానిని కొలతలు కొలుచుటకై ఉపయోగించుటకు అవకాశములేదు. కాబట్టి, గెలీలియోదూరదర్శనిలో అమర్చబడిన కటకసన్నివేశము పరిమాణము కొలువనక్కరలేని పరికరములయందే ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నది.

పై దూరదర్శనిలలో వస్తు, అక్షికటకములకై ఒక్కొక్కకటకమునే ఉపయోగించుచున్నట్లు సూచితమైనది.

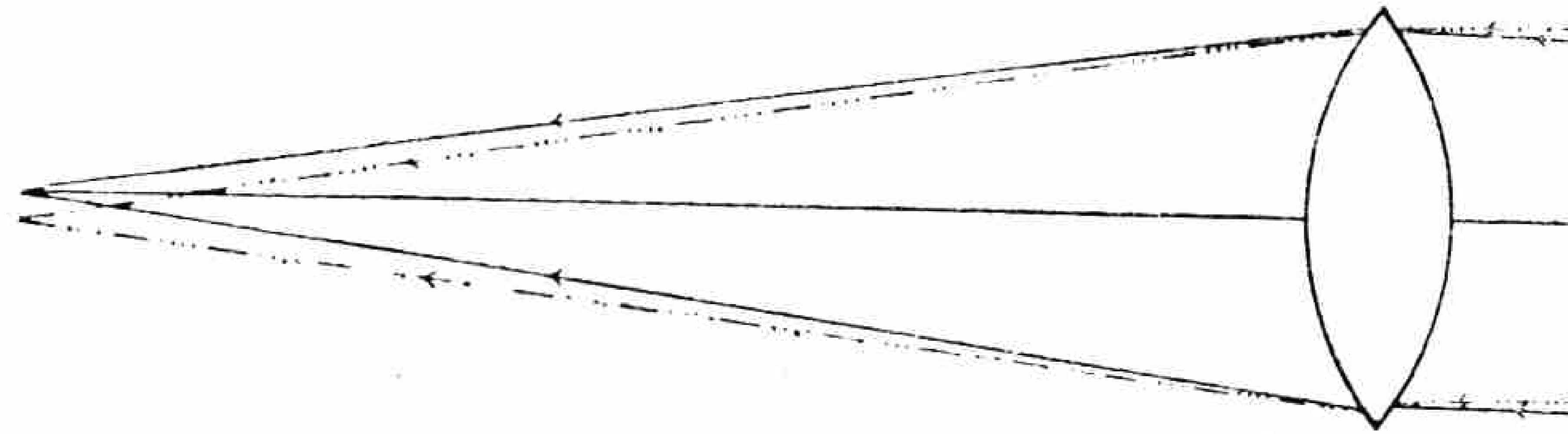
కాని వాస్తవముగా ప్రత్యేక కటకములను ఉపయోగించునపుడు వర్తులకటకముల నుండి పైకివచ్చు కాంతికిరణములు కొనలను, మధ్యను వేరువేరు విధములుగా వక్రీభవించుటచే ఏర్పడిన ప్రతిబింబము స్పష్టముగాను ఉండదు. వాటి వర్తులత్వము వలన ప్రతిబింబ అస్పష్టత వాటిల్లును. కనుకనే, ఈ దోషమును తొలగించుటకై కటక సముదాయములను వాడుక చేయుదురు.

ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు నిర్మించిన వక్రీభవనదూరదర్శనిలలో 40″ వ్యాసముగల వస్తుకటకముగల దూరదర్శనియే మిక్కిలిపెద్దది (అది యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో చికాగో యూనివర్సిటీలోని యర్క్స్ వేధశాలలో ప్రస్తుతము నెలకొల్పబడి యున్నది).

పరావర్తన దూరదర్శని : పరావర్తన దూరదర్శనిని మొట్టమొదట కనిపెట్టిన విజ్ఞాన విశారదుడు 'సర్ ఐజక్ న్యూటన్'. దానిలో వక్రీభవనదూరదర్శనిలోని వస్తువు కటకమునకు బదులు పుటాకార దర్పణము ఉపయోగింపబడును. 4 a చిత్రమునుబట్టి దూరమున నున్న వస్తువునుండి బహిర్గతమైన కాంతి కిరణములను సేకరించి ఆ వస్తువు యొక్క నిజబింబమును కటకమును, దర్పణమును ఎట్లు ఏర్పరచుచున్నవో మనకు అవగతమగును. పుటాకార దర్పణముచే ఏర్పడిన బింబము ఆ దర్పణమునకు ఎదురుగా పతన కాంతి కిరణముల మార్గములో ఉండుటచే దానిని పరిశీలించుటకై అక్షికటకమును ఆ స్థానమునందే బిగించి వస్తువు నుండి పుటాకార పరావర్తన తలముపై పడు కాంతి కిరణములకు ఆ పుటాకార పరావర్తనతలమును చేరకుండా కొంత అవరోధము ఏర్పడును. అందుచే, ఈ ఇబ్బంది కలగకుండుటకై కొన్ని కాంతి సంవిధానములచే పరావర్తన బింబస్థానమును పతనకిరణ మార్గములో నుంచి ప్రక్కకు మళ్ళింతురు. ఆ ప్రయోజనమునకై ఉపయోగించిన విధానములలోని వ్యత్యాసమునుబట్టి దూరదర్శనిలో నాలుగు రకములు వాడుకలో ఉన్నవి.



చిత్రము (4 a) దూరదర్శనియొక్క పరావర్తనదర్పణము



చిత్రము (4 b) దూరదర్శనియొక్క అభిసారికటకము

న్యూటన్ పరావర్తన దూరదర్శనిలో వస్తువునుండి వికీర్ణమైన కాంతికిరణములు పుటాకారదర్పణము పైబడి అక్కడ పరావర్తనము పొందును. ఆ పరావర్తన కిరణముల మార్గములో బిగించబడిఉన్న సమతలదర్పణము ఆ పరావర్తనకిరణములను పతనకిరణముల మార్గములలో కేంద్రీకృతము కాకుండా అడ్డు తగిలి వాటిని పతనకిరణముల మార్గమునకు ప్రక్కగా అమర్చబడి ఉన్న అక్షికటకము వైపు పరావర్తన మొనరించును. అక్షికటకములో వక్రీభవనముపొందిన కాంతి కిరణములచే ఏర్పడిన ప్రతిబింబమును అక్షికటకము గుండా చూడవచ్చును.

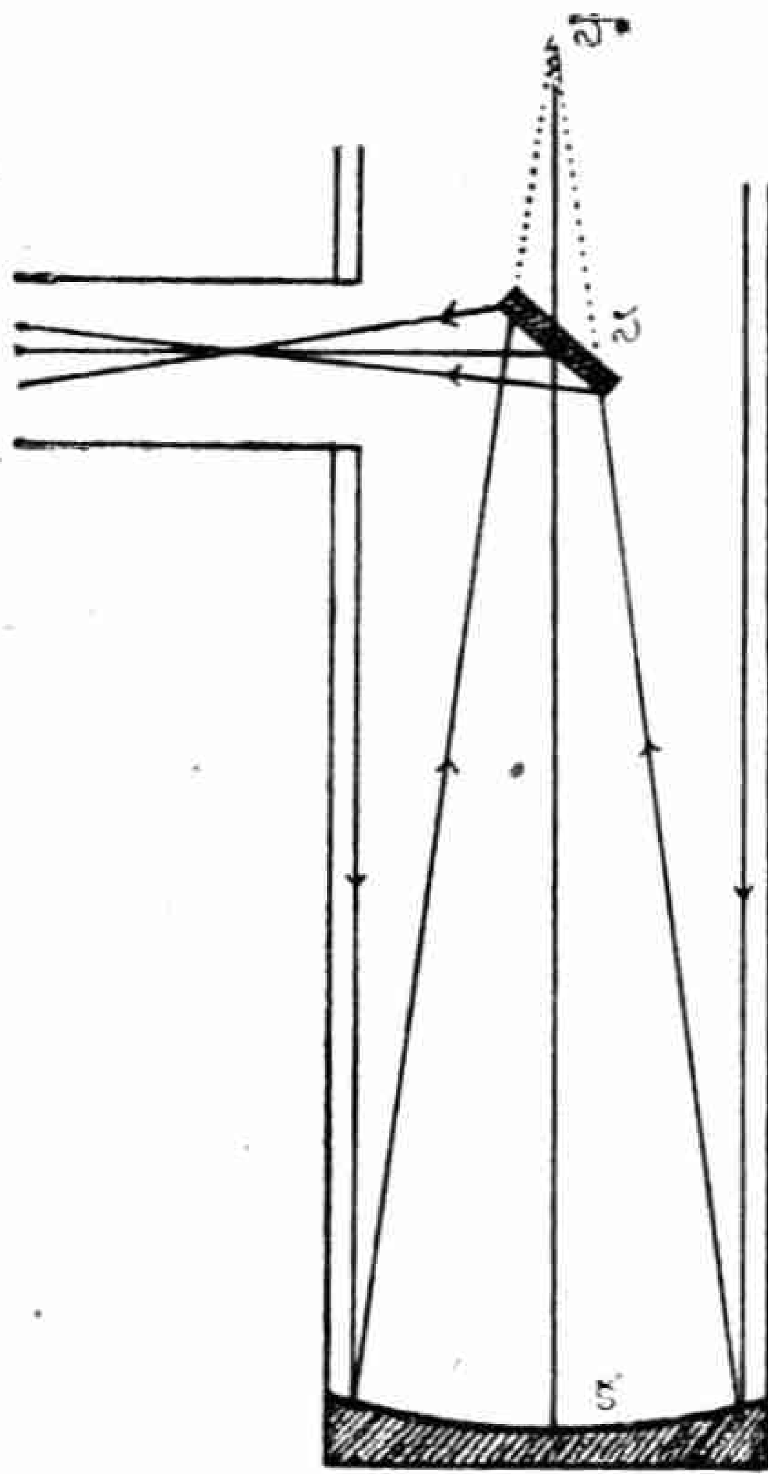
గ్రెగరీ పరావర్తన దూరదర్శనిలో 'క' అను ప్రధాన పుటాకారదర్పణముచే పరావర్తనమొందిన కాంతి కిరణముల మార్గములో 'చ' అను మరియొక చిన్నపుటాకార దర్పణము అమర్చబడి ఉండును. ప్రధాన పుటాకార దర్పణముచే పరావర్తనమొందిన కాంతి కిరణములు మొదట 'నా' అను చోట కేంద్రీకృతమై, అటనుండి వికేంద్రముచెంది, ఆ చిన్న పుటాకారదర్పణముపై పడి, దానిచే తిరిగి పరావర్తన మొనరింపబడి ప్రధాన పుటాకారదర్పణములో మధ్యనున్న మార్గముగుండా అక్షికటకమును చేరుకొనును. ఈ అక్షికటకముగుండా వస్తువుయొక్క నిట్టనిలువు వక్రీభవనబింబమును మనము చూడగలను.

కాసిగ్రెయన్ పరావర్తనదూరదర్శనిలో ప్రధానపుటాకారదర్పణముచే పరావర్తన మొనరింపబడిన కాంతికిరణములను వెనుకకు మళ్ళించుటకుగాను చిన్నకుంభాకార దర్పణమును ఉపయోగింతురు. న్యూటోనియన్ దూరదర్శనిలో సమతలదర్పణమువలెనే ఇదికూడ ప్రధానపుటాకారదర్పణముచే పరావర్తితకాంతికిరణములను 'నా' అను చోట కేంద్రీకృతముకాకుండగనే వాటికి అడ్డుతగిలి,వాటిని వెనుకకు పరావర్తనము ఒనరించును. ఇక, ఈ చిన్నకుంభాకారదర్పణముచే పరావర్తనమొనరింపబడిన కాంతికిరణములు ప్రధాన పుటాకారదర్పణమునకు మధ్యనున్న

మార్గముగుండా అక్షికటకములను చేరుకొనును. ఈ దూర దర్శనిలో చిట్టచివర ఏర్పడు బింబము తలక్రిందులుగా ఉండును.

పరావర్తనదూరదర్శనిలయొక్క అధికీకరణసామర్థ్యమును ప్రధానపుటాకారదర్పణనాభిదైర్ఘ్యమును అధికమొనర్చి అక్షికటకనాభిదైర్ఘ్యమును తగ్గించినకొలది అధికమగునని తెలియనగును.

1917 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్ వాసులు 100″ పరావర్తన దూరదర్శనిని నిర్మించిరి. (దూరదర్శనిలలో వస్తుకటకము

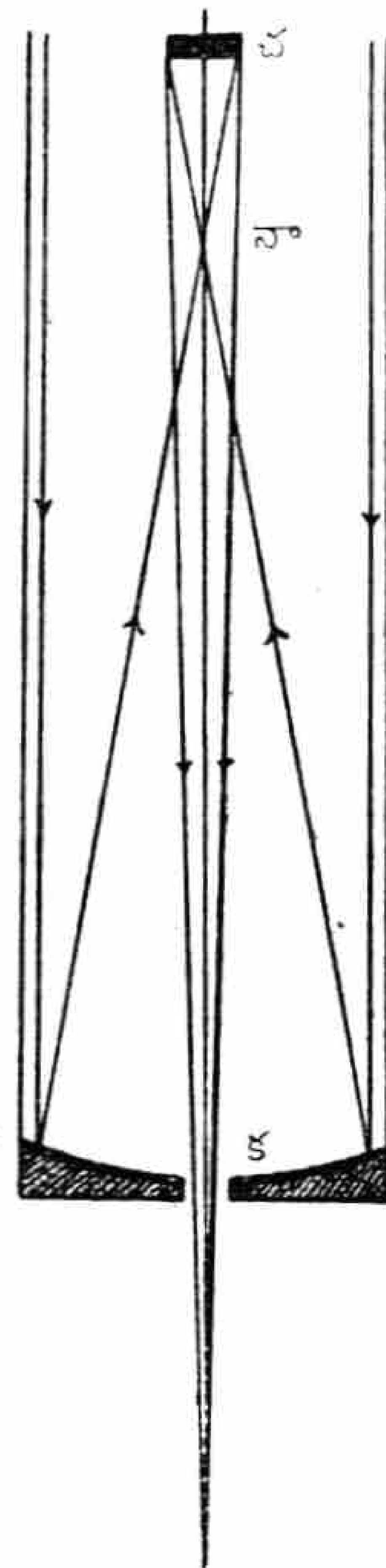



చిత్రము (5 a) న్యూటన్ నమోనా :

క : పుటాకారదర్పణము

స : సమతలదర్పణము

నా : కేంద్రము

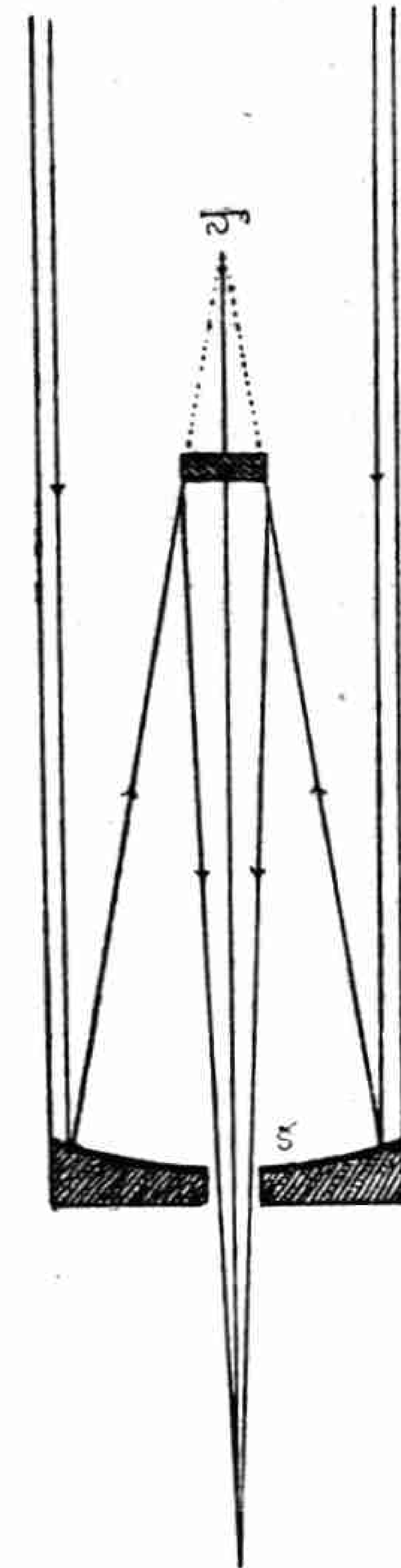



చిత్రము (5 b) గ్రెగోరియన్ :

క : ప్రధానపుటాకారదర్పణము

చ : చిన్నపుటాకారదర్పణము

నా : కేంద్రము




చిత్రము (5 c) కాసిగ్రెయన్ :

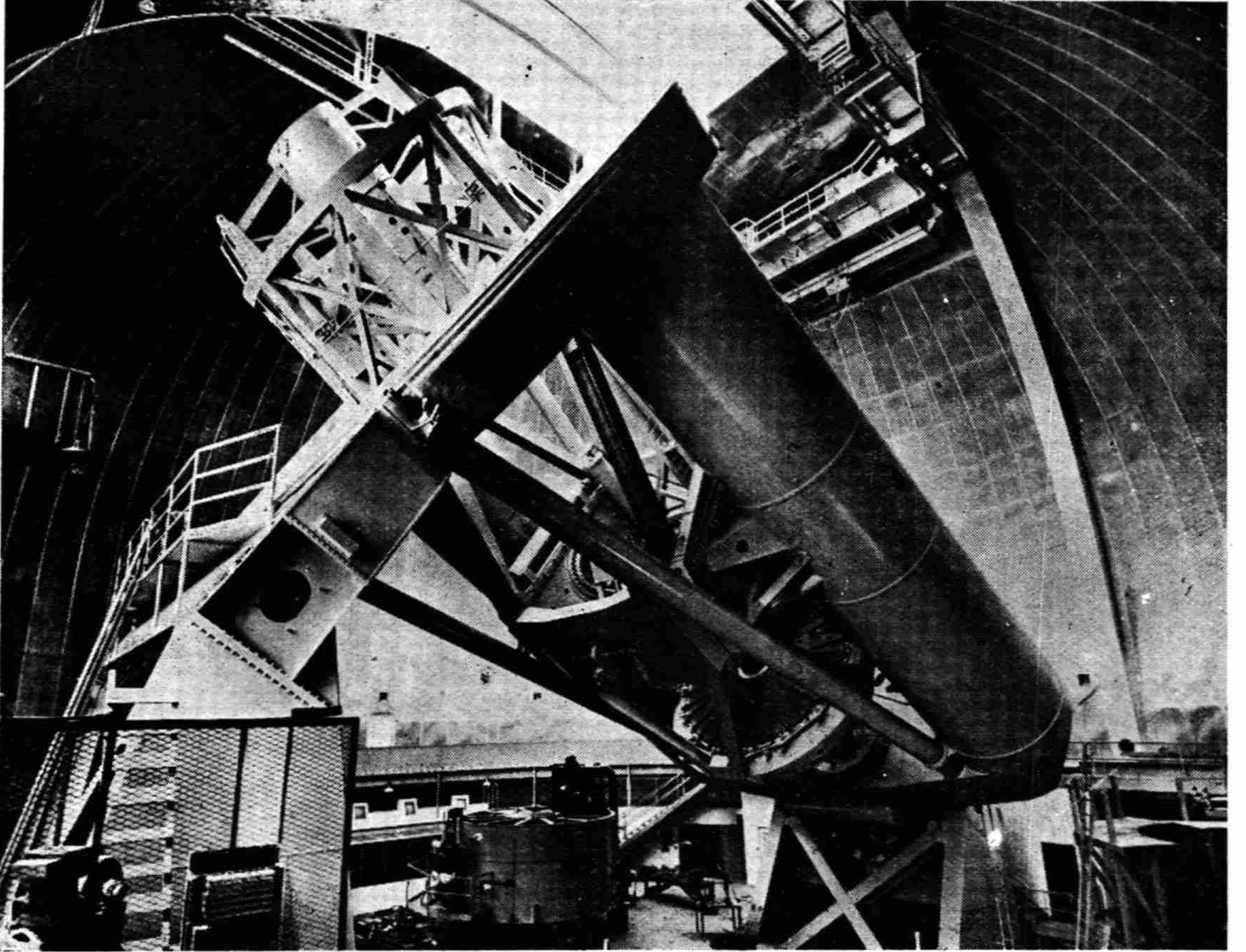
క : పుటాకారదర్పణము

నా : కేంద్రము

గాకదర్పణముయొక్క 'ఎపర్చర్ *'(వ్యాసము) ఎన్ని అంగుళములో ఆదూరదర్శనిని అన్ని అంగుళముల దూరదర్శని అని వ్యవహరించెదరు). దానిని కాలిఫోర్నియాలోని విల్సన్ అబ్జర్వేటరీలో స్థాపించిరి. ఇటీవలివరకు ప్రపంచములోని పరావర్తన దూరదర్శనిలలోకెల్ల అదియే పెద్దది. దాని ప్రధానపుటాకారపరావర్తన దర్పణముయొక్క బరువు రమారమి 5 టన్నులు. పాలమార్ పర్వతముపై నెలకొల్పుటకుగాను ఇటీవల కాలిఫోర్నియా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీలో నిర్మించబడిన 200″ పరావర్తన దూరదర్శని అనేకరీతుల గణనీయమైనది. 100″ దూరదర్శనికంటె ఇది 4 రెట్లు ఎక్కువకాంతిని సంగ్రహించగలదు. 100″ దూరదర్శనితో బ్రహ్మాండములోని నూరుకోట్ల కాంతి సంవత్సరములు వ్యాసముగల గోళభాగమే మనకు గోచరమైతే, 200″ దూరదర్శనితో అంతకు రెట్టింపు వ్యాసముగల భాగమును చూడగలము. 200″ దూరదర్శనిలో ముఖ్యముగా మనము పేర్కొనవలసిన మరొక విషయము దాని అధిక విశ్లేషణ సామర్థ్యము. తన్మూలముగా ఆకాశములో మిక్కిలి దగ్గరగాఉన్న నక్షత్రములను 100″ దూరదర్శనికంటెను విడమర్చి ఇది ప్రదర్శించగలదు. ఆధునిక విజ్ఞానాభివృద్ధిఫలితముగ 100″ పరావర్తన దూరదర్శనిలో వ్యక్తమైన లోపములన్నియు దీనిలో సవరింపబడినవి.

ఆదిలో పరావర్తనదూరదర్శనిలలో గోళాకారములో ఉన్న పుటాకార పరావర్తనదర్పణములను ఉపయోగించేవారు. పరావర్తనదర్పణముయొక్క 'ఎపర్చర్' అధిక

* ఎపర్చర్ అనగా, కాంతిని పరావర్తించు కటకతలపు వ్యాసము.

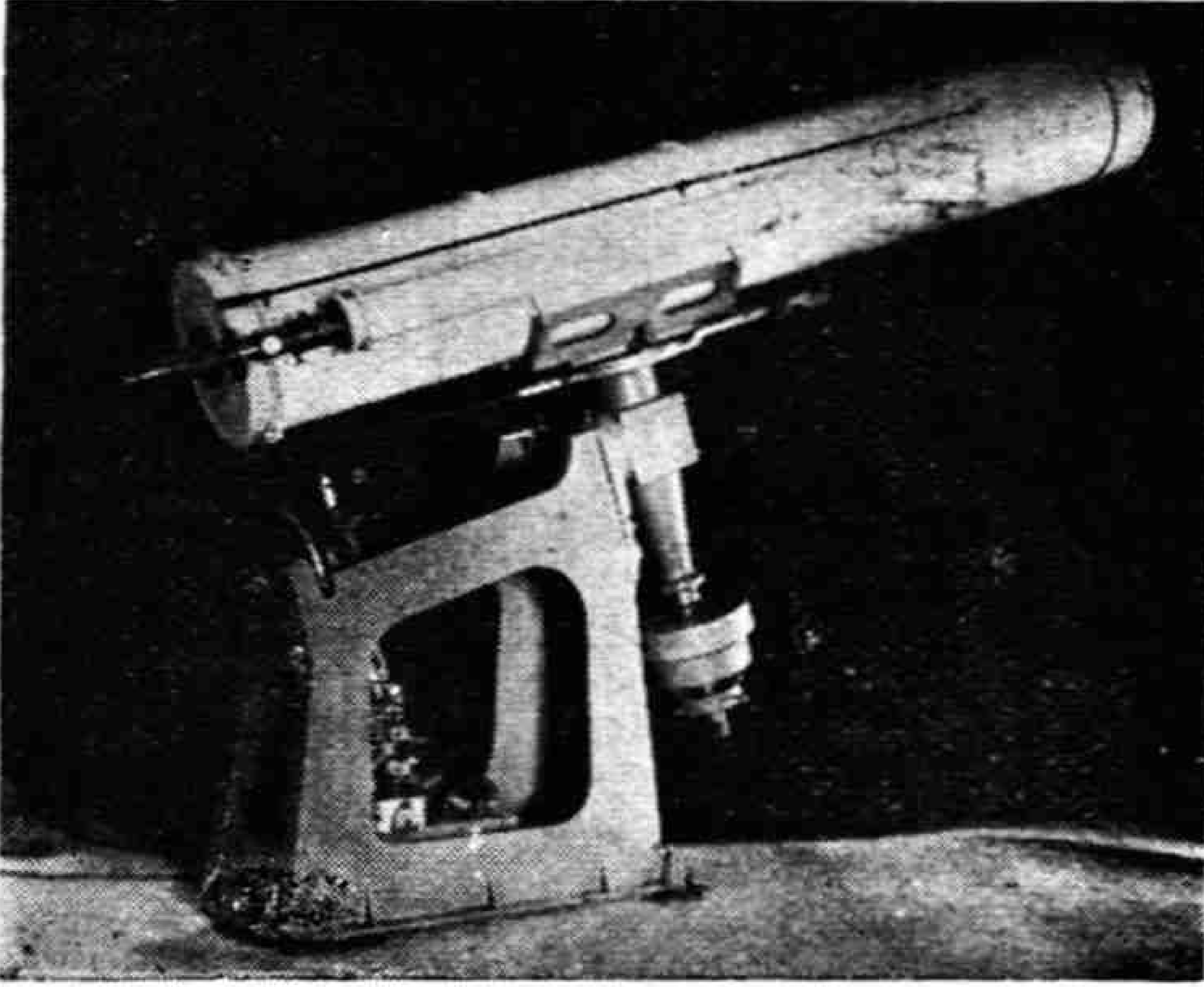


పాలమార్ వేధశాలలోని 200 అంగుళముల దూరదర్శని

మైనకొలది దానిచే ఏర్పడిన పరావర్తనబింబము ఎక్కువ అస్పష్టముగా ఉండుటకు అవకాశముగలదు. గోళాకార పుటపరావర్తనతలములనుగాక పరవలయాకారపరావర్తన తలములను ఉపయోగించినచో ఈలోపము సర్దుకొనును. కాబట్టి, పెద్దపరావర్తన దూరదర్శనిలన్నిటిలోను ధనురాకార - పుటపరావర్తనతలములను 'స్పెక్యులమ్' అను మిశ్రమధాతువుతో తయారుచేయించి పరావర్తనకారికి మెరుగుపెట్టిగాని, గాజుతలమునకు ముందుభాగములో వెండికళాయి చేసిగాని తయారుచేయుదురు. 100″ దూరదర్శనిలో రెండవ విధానమే అనుసరించబడినది. పరావర్తనదూరదర్శనిలలో పుటాకార పరావర్తనతలమునకు ముందుభాగములో చేయబడిన వెండికళాయి త్వరగా కగ్గిపోవుటకు అవకాశమున్నది. అందుచే 200″ దూరదర్శనిలో పుటాకారపరావర్తనతలమునకు ముందుభాగమున వెండికళాయికి బదులు శుద్ధఅల్యూమినియము కళాయి చేయబడుచున్నది. ఆ కారణముగా రెండులాభములు చేకూరుచున్నవి: 1. వెండికళాయివలె అంతత్వరగా ఈ కళాయి కగ్గిపోదు ; 2. వెండికళాయి చేయబడిన దర్పణముకంటె, ఇది తనపై పడిన నీలలోహిత, అతినీలలోహిత కిరణములను ఎక్కువగా పరావర్తన మొనరింపగలదు.

దూరదర్శనిలగురించి ముఖ్యముగా తెలిసికొనవలసిన మరియొకవిషయము వాటిని అమర్చుపద్ధతి. గగనప్రత్యవేక్షణకై వాటిని ఉపయోగించుటకు పూర్వము బహుభారయుతములైన పరికరములను చెణకకుండాదృఢముగాను, ఆకాశములో ఏవైపుకు కావలసివస్తే ఆవైపుకు సులువుగా త్రిప్పుకొనుటకు వీలుగాను అమర్చవలసి ఉన్నది. అంతేగాక, దూరదర్శనిని ఆకాశములో ఒకనక్షత్రానికి గురిచూచి స్థిరపరచినప్పుడు కొంతకాలము ఆనక్షత్రము దృక్క్షేత్రములో ఉండినగాని దానినిగురించిన ప్రత్యవేక్షణ పూర్తికాదు. నక్షత్రముల అభివ్యక్తచలనము భూపరిభ్రమణఫలితమని మనకు విశదమే. అందుచే, ఒకనక్షత్రము కొంతకాలము దూరదర్శనియొక్క దృక్క్షేత్రములో

ఉండవలెననిన భూభ్రమణఫలితమును దూరదర్శనిపై పని చేయకుండ యంత్రసాధనచేత రద్దుచేయవలసి ఉన్నది.



కొడై కెనాలు వేధశాలలోని దూరదర్శని

దూరదర్శనిని అమర్చు 'ఈక్వటోరియల్ మౌంటింగ్' అను ఒక సంవిధానములో భూమి ఏ రేటున భ్రమించునో అదే రేటున తద్వ్యతిరిక్తదిశలో దూరదర్శనిని తిరుగునట్లు చేసి ఆ ఫలితమును సాధించుచున్నారు. అ. వెం. సూ. రా.

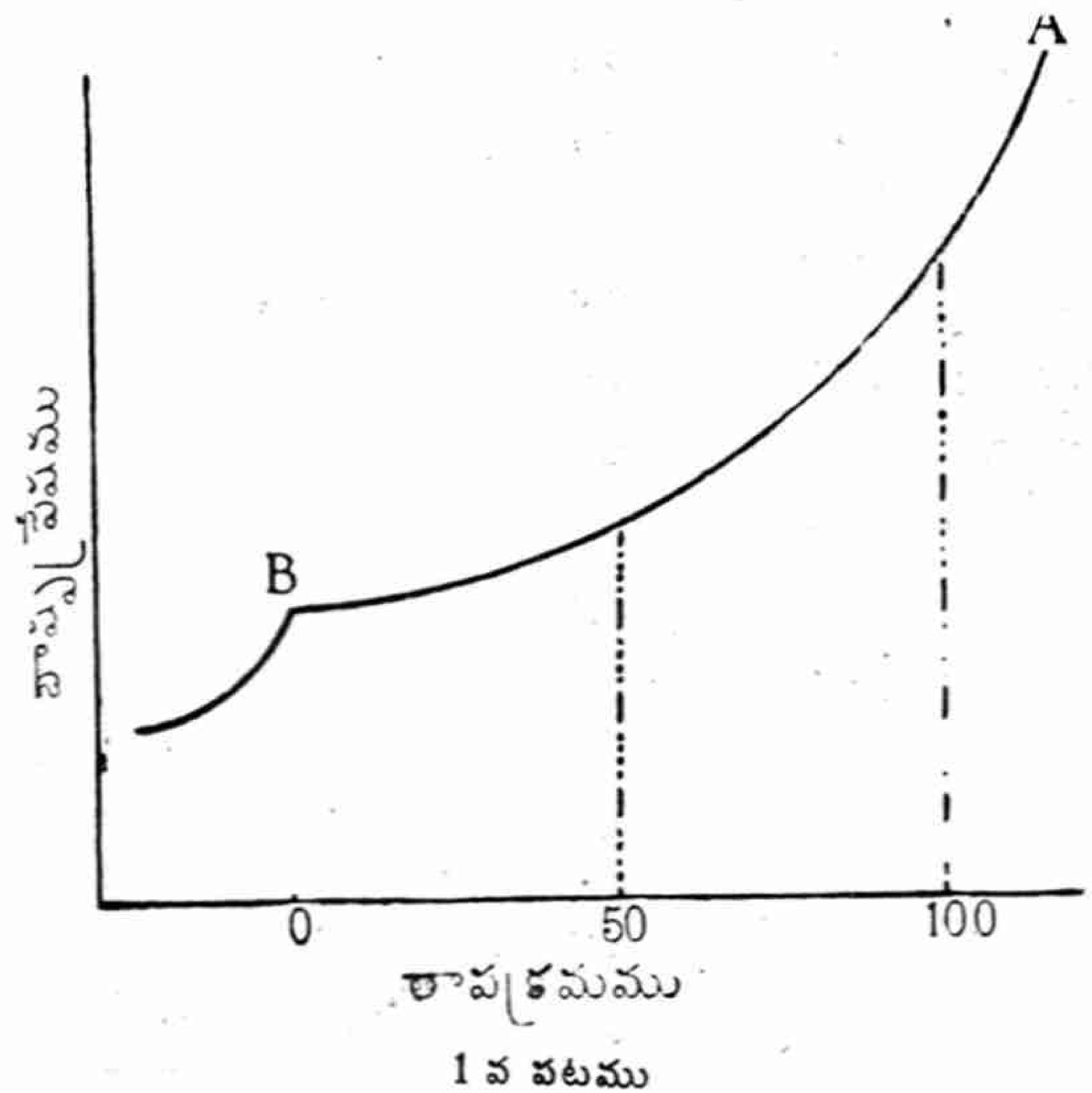
**ద్రవమాపకములు** : ద్రవముల తారతమ్య సాంద్రత (చూ. పు. 385) ను కనుగొనుటకు ఉపయోగించు పరికరమును 'ద్రవమాపకము' అందురు. ఇది ఆ యా ద్రవములలో తేలుటకు అనువుగా నిర్మింపబడి ఉండును. సామాన్య ద్రవమాపకములకు అడుగు భాగమున ఒకగోళము, దానికి అతుకబడి పై వైపునకు సమాన వ్యాసముగల ఒక సన్నని గొట్టముఉండును. గోళమున తగుమాత్రము పాదరసమును గాని, సీసపురవ్వలనుగాని, పరికరమును ద్రవములో నిలువుగా తేలునట్లు ఏర్పాటు చేయుదురు. సన్ననిగొట్టపు పై కొనమూయబడి ఉండును. అందుపై స్కేలు గుర్తింపబడి ఉండును. ద్రవమాపకమును ఒక ద్రవములో ఉంచినపుడు స్కేలుపై ఏ గుర్తు వరకు మునుగునో ఆగుర్తు ఆ ద్రవము యొక్క తారతమ్యసాంద్రతను తెలుపును.



ద్రవమాపకము

నీటిసాంద్రతకన్న తక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములకు ఒకటియు, ఎక్కువ సాంద్రత కలిగిన ద్రవములకు ఒకటియు, వేరువేరు ద్రవమాపకములుఉండును. తక్కువసాంద్రతగల ద్రవములలో ఎక్కువలోతునకు, ఎక్కువసాంద్రతగల ద్రవములలో తక్కువలోతునకు ద్రవమాపకములు మునుగును. ఇంగ్లండులో తయారగు ద్రవమాపకములపై స్కేలు 60°F తాపక్రమమునకు అనుకూలముగా నిర్మింపబడి ఉండును. కనుక, ఆ ద్రవమాపకములతో ద్రవముల తారతమ్య సాంద్రత కనుగొనవలెనన్న ద్రవములను ముందుగా 60°F తాపక్రమముకుతెచ్చి, పిమ్మట ద్రవమాపకమునుంచి సూచితాంకము తీయవలెను. పి. వి. సూ.

**ద్రవములు-I** : బాష్పీభవనము ; బాష్పప్రేషము ; గాలి సోకునట్లు పాత్రలో పెట్టిన నీరు క్రమముగా హరించిపోవును. నీరు బాష్పమై పైకిలేచిపోవును. పాత్రను మూసి ఉంచినపుడుకూడ పాత్రలోని నీరు బాష్పమగును. ఆ బాష్పము నీటిఉపరితలమున ప్రోగై నీటిమీద కొంత ఒత్తిడిని కలుగజేయును. కొంతసేపైనతరువాత ఈ ఒత్తిడి గరిష్ఠమగును. ఒత్తిడియొక్క గరిష్ఠమూల్యమునకు 'సంతృప్త బాష్పప్రేషము' అని పేరు. దీని విలువ నీటియొక్క




1 వ పటము

ద్రవముయొక్క బాష్పప్రేషరేఖ

తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును. తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది నీటియొక్క బాష్పప్రేషము ఎక్కువగుచుండును. సంతృప్తబాష్పప్రేషములను వాటికి సంబంధించిన తాపక్రమములను రేఖాపటరూపముగా నిరూపించినచో 1 వ పటములో చూపిన రేఖాపటము సిద్ధించును.

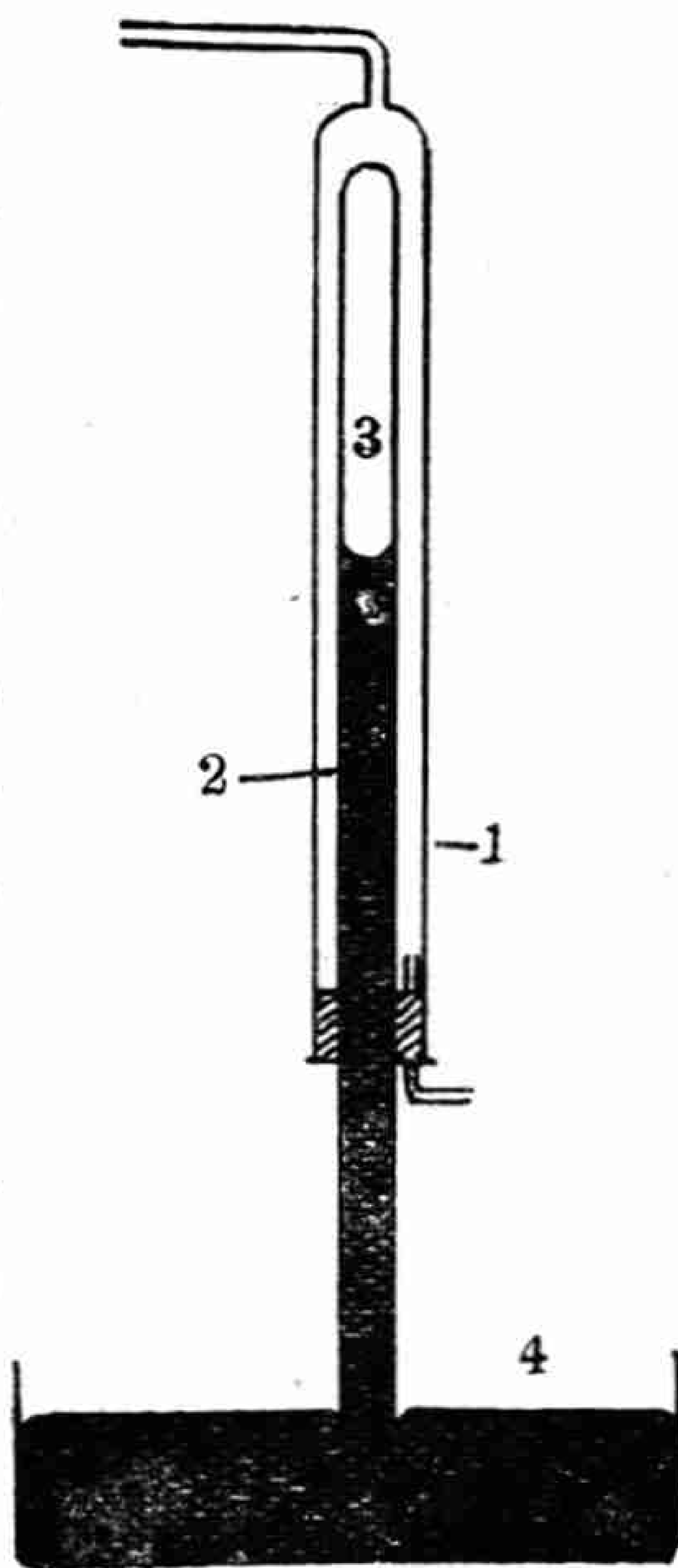
AB అనురేఖ నీటియొక్క తాపక్రమమునకు, దాని బాష్పప్రేషమునకు గల సంబంధమును తెలియజేయును. ఈ రేఖ క్రిందిఅవధి (B) నీటియొక్క ఘనీభవతాపక్రమము 0°C ; మీదిఅవధి నీటియొక్క సందిగ్ధతాపక్రమము 366°C ;

అనగా నీటికి ఈ రెండుతాపక్రమములమధ్యనే ద్రవస్థితి సిద్ధించును.

నీటికే కాక ఇతరద్రవముల కైనను బాష్పప్రేషమునకు, తాపక్రమమునకు గల సంబంధము ఇట్లే ఉండును.

ద్రవమును వేడిచేసి దానితాపక్రమమును హెచ్చుచేసి నపుడు దాని బాష్పప్రేషము క్రమముగా హెచ్చగునని చెప్పియుంటిమి. ఈ బాష్పప్రేషము పరిసరవాతావరణ ప్రేషమునకు సమానమైనపుడు ద్రవము మరుగుచిహ్నాలు, అనగా ద్రవమునందంతట ఆవిరి బుడగలు లేచుట అగపడును. ఇట్టిస్థితిలో ద్రవము మరుగుచున్నది అందురు. ఈ ద్రవము ఏతాపక్రమమువద్ద మరుగుటకు మొదలిడునో ఆతాపక్రమమును ఆ ద్రవముయొక్క క్వథనాంకము అందురు. ద్రవము నిశ్శేషముగా హరించిపోయినదాక క్వథనాంకము స్థిరముగా ఉండును. వేడిచేయబడుచున్న ద్రవములో ముంచిన తాపక్రమ మాపకము క్వథనతాపక్రమముకన్న నాలుగైదు డిగ్రీలు ఎక్కువ తాపక్రమమును చూపుచున్నను ఒకప్పుడు ద్రవము నందు మరుగు చిహ్నాలు ఏమియు కనబడవు. ఇట్టి స్థితికి అతితప్తస్థితి అనిపేరు. శుద్ధజలమును ఇట్లు మరుగుజాడలు ఎవ్వియు కనపడకుండ 106°C వరకు వేడిచేయవచ్చును.

అతితప్తస్థితికి కారణము ద్రవ్యసామాన్య లక్షణమగు జడత్వము. మార్పును కలిగించు పరిస్థితులు ఉపస్థితములై ఉన్నను మార్పును చెందకుండ ద్రవ్యము తన తొంటిస్థితిలోనే ఉండనుంకించుటకు జడత్వమనిపేరు. దీనినే న్యూటన్ మహాశయుడు తన ప్రసిద్ధ చలన నియమములో మొదటి దానియందు ప్రస్తావించెను. కాని ఈ అతితప్తస్థితి ఎంతకాలమో ఉండదు. ఇది చాల అస్థిరమైనస్థితి. తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది ఈ స్థితియొక్క స్థైర్యము తగ్గుచుండును. ఒకానొక తాపక్రమములో తను మరుగవలసి




2 వ పటము
ద్రవబాష్పప్రేషనిర్ణయము–భారమితి విధానము.
1. కవచనాళము
2. భారమితినాళము
3. టారిసెల్లిశూన్యము
4. పాదరసపు తొట్టె

ఉన్నదను విషయమును హఠాత్తుగా జ్ఞాపకమునకు తెచ్చుకొనినట్లు ద్రవము హడావిడిగా మరుగుటకు ప్రారంభించును. ఈ సంరంభములో ద్రవపు అధోభాగమునుండి ఒక్కసారిగా ఆవిరి ఉద్భవించి పైనున్న ద్రవరాశిని అమాంతముపైకెత్తి క్రిందికి దిగవేయును. ఈ కల్లోల క్వథనమునకు 'ధమకము' అనిపేరు. పాత్రఉపరితలము గరుకుగా ఉన్నప్పుడు అతితపనముగాని, ధమకముగాని సంభవించదు. చిన్న గులకరాళ్ళనుగాని, పెంకు ముక్కలనుగాని ద్రవములో ఉంచినచో అతితప్తస్థితిని లేకుండచేయవచ్చును.

బాష్పప్రేషమును కొలచుట; బాష్పప్రేషమును కొలచుటకు సులభమైన విధానములు రెండు ఉన్నవి: 1. భారమితినాళ విధానము; 2. క్వథనాంక విధానము.

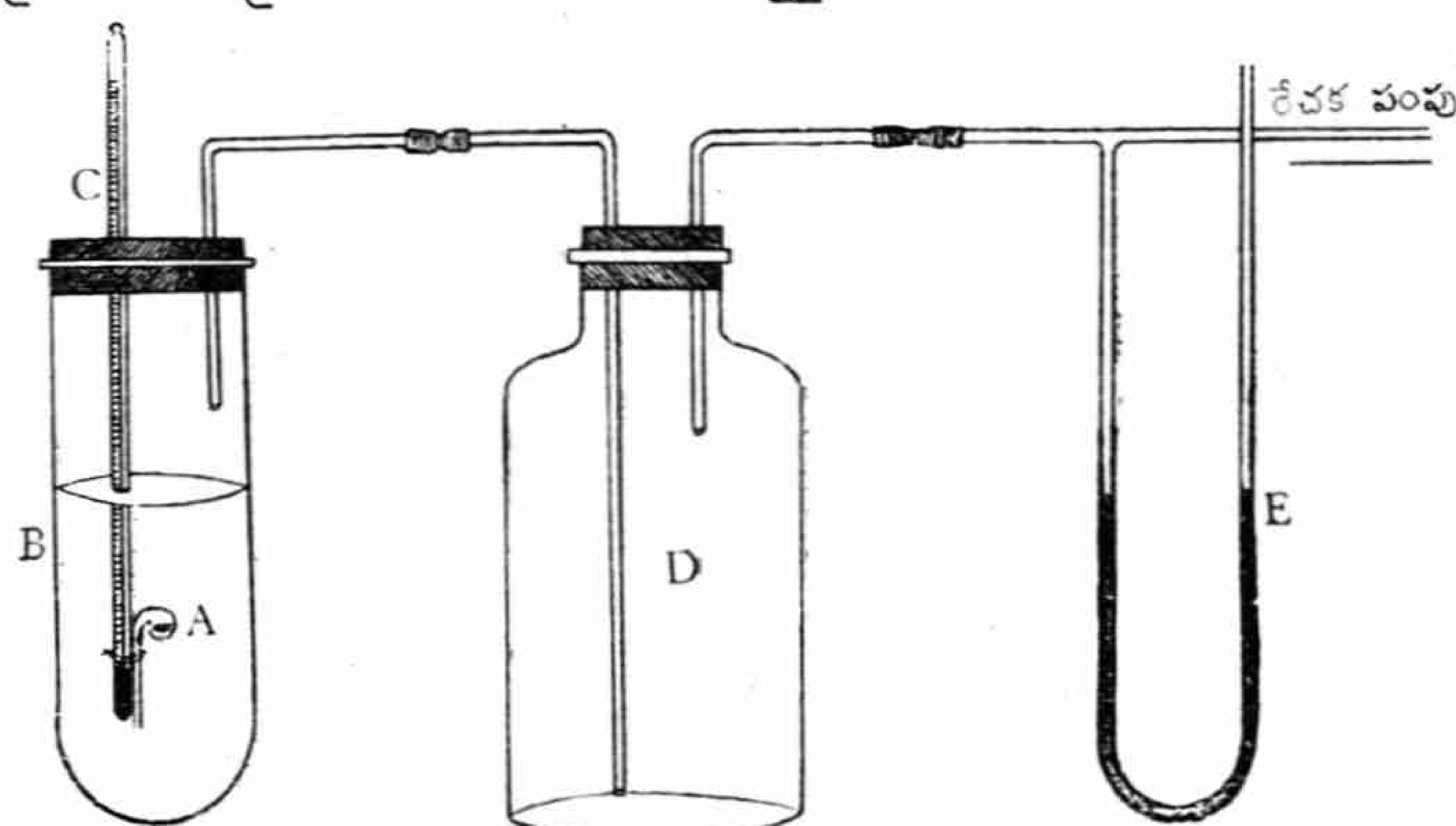
**భారమితినాళ విధానము:** ఇందులో కొన్ని బొట్లుద్రవమును భారమితినాళములోని పాదరసముపై ఉన్న ఖాళీ స్థలములోనికి చొప్పింతురు. పైనున్నటారిసెల్లి శూన్యభాగములో ఈ ద్రవముబాష్పమై నాళములోని పాదరసమును క్రిందకు నొక్కును. ఈ నొక్కుటవలన పాదరసస్తంభము కొంచెము క్రిందికి దిగును. మరియొక భారమితినాళములో ఉన్న స్తంభపుఎత్తుతో సరిపోల్చి ద్రవబాష్పము వలన పాదరసస్తంభము ఎంతమట్టుకు క్రిందికి దిగినదో కొలువవచ్చును; ఈ కొలతయే బాష్పప్రేషముయొక్క కొలత.

భారమితినాళముచుట్టు మరియొక ఆవరణనాళమును అమర్చి దానిలోనికి వివిధతాపక్రమములవద్ద మరుగు ద్రవముల యొక్క బాష్పములనుపంపి భారమితి నాళములోనున్న ద్రవముయొక్క బాష్పప్రేషమును వేరువేరు తాపక్రమములవద్ద నిర్ణయించవచ్చును.

కాని ఈవిధానము యథార్థమైన ఫలములను ఈయదు. దీనికి కారణము పాదరసములో సాధారణముగా విలీనమై ఉండు గాలి ప్రయోగకాలమందు విడివడి, ద్రవబాష్పముతో కలిసిపోయి ప్రేషమును ఎక్కువచేయును.

**క్వథనాంక విధానము:** ఇది మిక్కిలి వాడుకలోఉన్నది. ద్రవముయొక్క క్వథనాంకమును వేర్వేరుప్రేషములలో నిర్ణయించి, ఆ ఫలములను గ్రాఫ్‌గా లిఖింతురు. బాష్పప్రేషమువాతావరణప్రేషమునకు ఏతాపక్రమమువద్దసమానమగునో ఆతాపక్రమమే క్వథనాంకము గనుక గ్రాఫ్ నుండి నియతతాపక్రమమునకు అనుగుణమగు బాష్పప్రేషమును తెలిసికొనవచ్చును. ఈప్రయోగమునకు అనువగు పరికరమును 3వ పటములో (చూ.పు. 405) కననగును. అడుగుభాగము గోళముక్రింద విస్తరింపచేసిన చిన్ననాళము (A) లో ద్రవము ఉంచి దానిని తాపక్రమమాపకపు కాడ (C) దిగువకు కట్టి, మరియొక వెడల్పాటినాళము (B)

గోనికి దించవలెను. ఈ వెలుపలి నాళములో హెచ్చు తాపక్రమములో మరుగు గ్లిసరీన్ వంటి ద్రవమును పోసి ఈ నాళమును పటములో చూపినట్లు, ప్రేషమును స్థిరముగా ఉంచుటకు ఉద్దిష్టమైన (D) అను పెద్దసీసాతోను, ప్రేషమాపకము (E) తోను కలుపవలయును. గ్లిసరీన్ యొక్క తాపక్రమమును అనుకూలమగునంత ఎక్కువచేసి, గోళనాళములోని ద్రవము మరగి దానినుండి బుడగలు గ్లిసరీన్ పైకి ఉబుకువరకు పరికరములోని వాయుప్రేషమును గాలిపంపుద్వారా తగ్గించవలెను. బుడగలువచ్చుట ఆగిపోవునంతవరకు గాలిని జాగ్రత్తగా పరికరములోనికి చొరనీయవలెను. ఇట్టిదశలో తాపక్రమమును, ప్రేషమును గుర్తించవలెను. ఈ తాపక్రమము ఆ ప్రేషములో గోళనాళములోనుంచిన ద్రవము మరుగు తాపక్రమమై ఉండును. ఇట్లే వేర్వేరు తాపక్రమముల వద్ద ప్రేషములను కనుగొనవలెను. ఈ ఫలములను గ్రాఫ్ గా లిఖించిన బాష్పప్రేష తాపక్రమ రేఖ సిద్ధించును.




3 వ పటము
A. చిన్న నాళము ; C. థెర్మోమీటరు ; B. వెడల్పు నాళము ;
D. సీసా : E. ప్రేషమాపకము.

బాష్పీభవనతాపము: ఏతాపక్రమము వద్దనైనను ఒక ద్రవమును బాష్పముగా మార్చవలెననిన దానికి నియతరాశితాపమును అందజేయవలయును. స్థిరతాపక్రమములో బాష్పముగ మారుటకు నియతభారద్రవము తీసికొనుతాపరాశికి ఆ తాపక్రమము వద్ద దాని బాష్పీభవనతాపము అందురు. వేడిని సరఫరా చేయకుండ ద్రవమును బాష్పీకరించినచో ఆ ద్రవము తనలోనున్న తాపమునే అది ఉపయోగించి బాష్పమగును. అందువలన ద్రవముయొక్క తాపక్రమము బాగా తగ్గును.

ఈతర్ వంటి బాష్పశీలద్రవ్యమును ఒకపాత్రలో ఉంచి దానిగుండా గాలినిపంపిన పాత్ర అతిశీఘ్రముగా చల్లబడును. దీనికి కారణము బాష్పముగా మారుచున్న ఈతర్ ద్రవము పరిసరములనుండి వేడిని లాగికొనుట. ఈ సూత్రమును అనుసరించి వ్యాపారరీత్యా నీటిని మంచుగా మార్చుచున్నారు. మరుగుతాపక్రమమువద్ద ద్రవము బాష్పముగా మారుటకు పరిసరములనుండి గ్రహించు తాపమునకే సాధారణముగా బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత అని పేరు. దీని గురుతు L. దీనిని కొలుచుపద్ధతులకు 217 వ పుటలోనున్న 'ఉష్ణతామితి' చూడనగును.

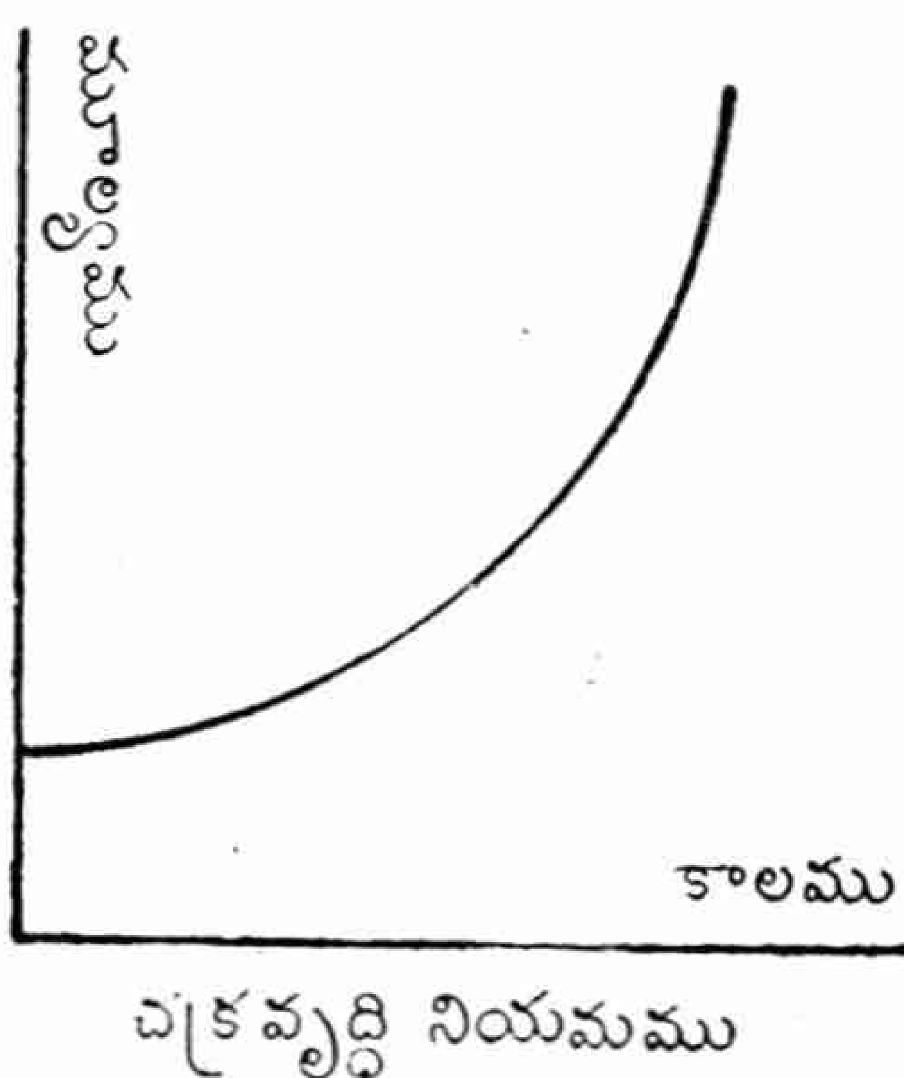
నీటివిషయములో బాష్పీభవనగుప్తోష్ణత 1 గ్రామునకు 539 కేలోరీలు. అనగా 100°C తాపక్రమమువద్ద 1 గ్రాము నీటిని 1 గ్రాము బాష్పముగా మార్చుటకు కావలసిన తాపము 539 కేలోరీలు.

ద్రవముయొక్క బాష్పీభవనగుప్తోష్ణతను దాని అణుభారము (M) చే గుణించిన దాని అణుబాష్పీభవనగుప్తోష్ణత లభించును. నీటి అణుబాష్పీభవనగుప్తోష్ణత = 539·1 × 18·016 = 9,712 కేలోరీలు. (18·016 = నీటి అణుభారము) ఏద్రవముయొక్క అణుబాష్పీభవనగుప్తోష్ణతనైనను పరమమానములో దాని క్వథనతాపక్రమముచే భాగించగా వచ్చిన లబ్ధము స్థిరాంకమగును. సాధారణముగా ఈ స్థిరాంకపు విలువ 20, 22 మధ్య ఉండును; సగటు విలువ ఇంచు మించు 20·7 అగును. ఈ నియమమునకు ట్రౌటన్ నియమము అని పేరు. కాని ఈ నియమము బౌట్ వుష్ నియమము వలె బాష్పస్థితిలోని అణుభారమునే ద్రవస్థితిలో కూడ కనపరచు ద్రవములకే వర్తించును. ఇట్టి ద్రవములకు అసంఘటిత ద్రవములని పేరు. బాష్పస్థితిలోని అణుభారమునకు రెండింతలు, మూడింతలు అణుభారమును ద్రవస్థితిలో కనపరచు ద్రవములకు సంఘటిత ద్రవములు అని పేరు. ఈ పరిభాష నుపయోగించినపుడు 'ట్రౌటన్ నియమము అసంఘటితద్రవములకే వర్తించును' అని చెప్పవలసి ఉండును. ట్రౌటన్ నియమమును పాటించునో, లేదో కనుగొనుటవలన ద్రవము అసంఘటితమో, సంఘటితమో చెప్పవచ్చును.

బాష్పీభవనము-చలదణుసిద్ధాంతము : చలదణుసిద్ధాంత ప్రకారము ద్రవ్యస్థితి ఏదియైనను అందుండు అణువులు అవిరతచలనములో ఉండును. ఈ చలనశక్తియే వస్తువుయొక్క వేడి. ఒకద్రవము పిస్టన్‌తో మూయబడిన సిలెండర్ లో ఉన్నదనుకొందము. మొదట ద్రవతలమును అంటిపెట్టుకొని ఉన్న పిస్టన్ కొంచెము పైకిలేవదీసినపుడు ఆ ఏర్పడిన ఖాళీస్థలములోనికి ఇదివరకు ద్రవములో ఉన్న

అణువులు కొన్ని చటచట ప్రవేశించును. ఇవియే బాష్ప స్థితిగా ఏర్పడును. ఇట్లు ప్రవేశించినఅణువులు ద్రవభాగ ములోనున్న తక్కినఅణువులకన్న హెచ్చుశక్తికలవై ఉండవలెను. ఏలన ఇట్లు బయటకు రాసాహసించిన అణువులపై ద్రవతలములోనున్న తక్కినఅణువులు నెరపు ఆకర్షణ బలములను ప్రతిఘటించి వాటినుండి తప్పించుకొని పోవుటకు చాలినశక్తి ఈఅణువులకు ఉండవలెను. [శక్తి ఎక్కువగానున్న అణువులను చలదణుసిద్ధాంతదృష్టిలో 'వేడి' అణువులు అనవచ్చును. ఇట్టి వేడిఅణువులు పైకిపోవుట చేతనే మిగిలినద్రవరాశి చల్లబడును. ఇదియే బాష్పీభవించుచున్న ద్రవము చల్లబడుటకు కారణము. పైకిపోయినవి వేడిఅణువులై ద్రవములో మిగిలినవి సగటున తక్కువ వేడి గలవై ఉన్నపక్షమున తాపక్రమమాపకముచే పరీక్షించినపుడు క్రిందనున్నద్రవమునకు, పైనున్నబాష్పమునకు తాపక్రమములో కొంచెమైనను వ్యత్యాసముఉండి తీరవలయును. అట్టి వ్యత్యాసము నిజముగా గోచరించదు. ఏలన పైకిరానుంకించు అణువులన్నియు నిజముగా హెచ్చు శక్తికలవియే. కాని పైకివచ్చు ప్రయత్నములో అవి వాటి శక్తిలో కొంత భాగమును అణుఆకర్షణ బలములను ప్రతిఘటించుటలో కోలుపోయినవి. అందువలన పైకివచ్చు సరికి వాటికున్న యావరేజిశక్తి ద్రవములో మిగిలి ఉన్న అణువుల యావరేజిశక్తికన్న అధికముగా ఉండదు].

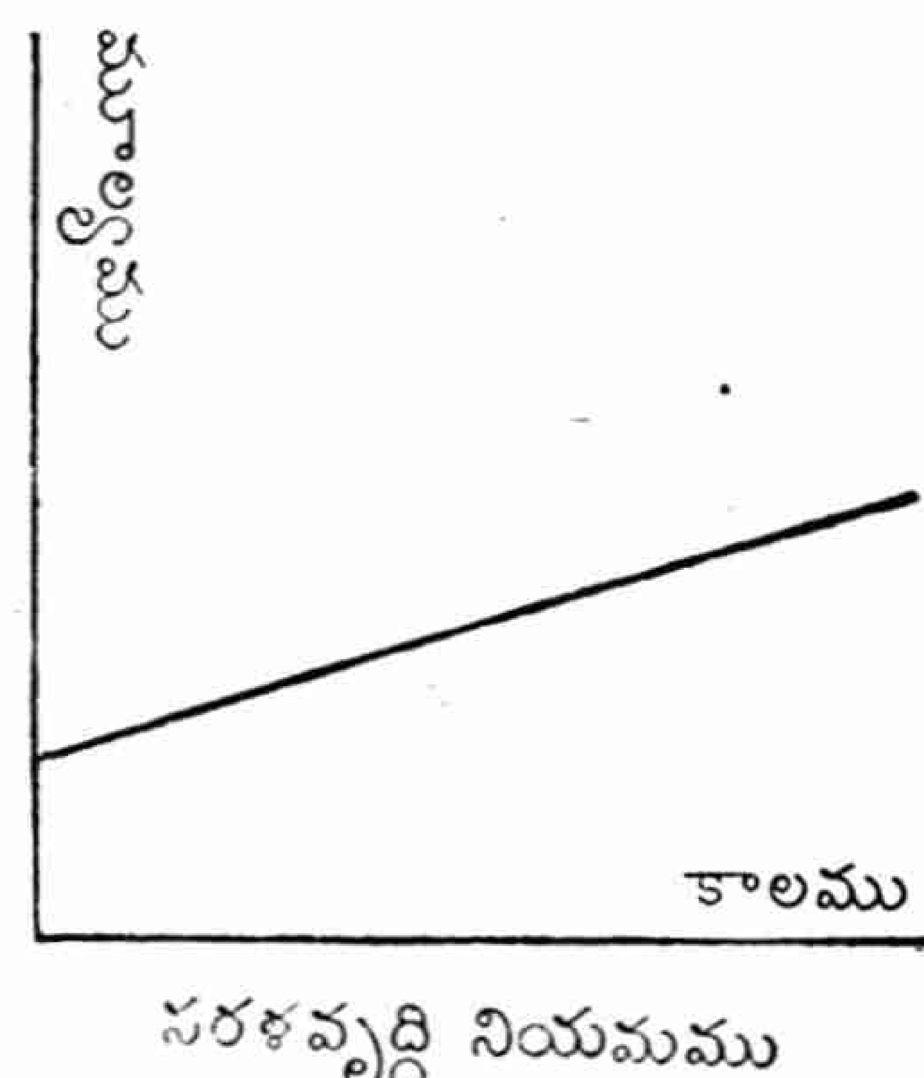
ఇట్లు బాష్పముగా ఖాళీస్థలమును ప్రవేశించిన అణువుల సంఖ్య ద్రవముయొక్క తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును. ఒక నియతతాపక్రమమువద్ద ద్రవమునందున్న మొత్తపు అణువులలో నియత భాగమే ఈ శక్తి మంతమైన అణువులు ఉండును. ఈ పైకి నడచిన వాటిలో కొన్ని ద్రవతలమునకు చాల దగ్గరగా వచ్చినపుడు ఆతలములోనున్న అణువులచే ఆకర్షించబడి అవి మరల ద్రవమునందు ప్రవేశించును. ఇట్లు ద్రవోపరితలముయొక్క ప్రతి చతురపు సెంటిమీటరునుండి బయటికిపోవు అణువుల సంఖ్యకు ఈ తిరిగి వచ్చు అణువులసంఖ్య సమానమైనపుడు అణుబహిర్గమనము, ప్రత్యాగమనము-ఈ రెండు ప్రక్రియలును సమతాస్థితిలోనికి వచ్చును. ఇట్టిదశలో తాపక్రమము స్థిరముగా నున్నంతసేపు బాష్పస్థితిలోనున్న అణుసంఖ్య స్థిరముగా ఉండును. అందువల్లనే ఈబాష్పమునకు నియత పరిమాణముగల ప్రేషముండును. ద్రవోపరితలము పైన యూనిట్ వైశాల్యముపై బాష్పాణువులు నెరపు ప్రేషమునకు బాష్పప్రేషము అని పేరు. అనగా ద్రవము, బాష్పము సమతాస్థితిలో ఉన్నపుడు ద్రవోపరితలముపై బాష్పము నెరపు ప్రేషమే బాష్పప్రేషము.



చక్రవృద్ధి నియమము

తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది బాష్పప్రేషము ఎక్కువగునని ప్రయోగము తెలియజేయును. తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలది బాష్పస్థితిని ప్రవేశించు శక్తిగల అనగా 'వేడి' అణువుల సంఖ్య ఎక్కువగును. ప్రేషము అణువుల సంఖ్యను బట్టి ఉండును. గనుక తాపక్రమముతో ప్రేషము పెరుగుచు ఉండును. కాని తాపక్రమముతో ప్రేషము పెరుగు రేటు కూడ హెచ్చగు చుండును. ఈ రేటు హెచ్చగుటకు మరియొక కారణము నరయవలయును.

ద్రవోపరితలముపై నున్న అణువులు పైకి పోనుంకించు అణువులపై తమ ఆకర్షణబలమును నెరపి వాటిని నిరోధించ యత్నించును. తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది అణుచలనము హెచ్చగుటచే దేనికదే ప్రతి అణువును అతిశయ సంకుల చలనములో మునిగి ఉండుటచే తక్కిన అణువులపై ఆకర్షణ బలముల నెరపుటకు అవకాశము తగ్గుచుండును. అనగా తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది అణువుల మధ్యనుండు పరస్పరాకర్షణబలములు తగ్గుచుండును. అందుచే పైకి పోనుంకించు అణువులపై తక్కిన అణువుల ఆకర్షణ ప్రభావము తగ్గుచుండును. ఈ నూతన కారణముచే కూడ పైకిపోవు అణువులసంఖ్య ఎక్కువగుచుండును. అందువలననే ఈ రెండు కారణముల సంఘాత ఫలముగ బాష్పప్రేషము చక్రవృద్ధికి వేసిన ధనమువలె ఉత్తరోత్తర వృద్ధిని కాంచు చుండును. దానిచే తాపక్రమమునకు, బాష్పప్రేషమునకు గల సంబంధమును చూపు రేఖాపటము కాలమునకు, చక్రవృద్ధికి వేసిన ధనరాశికి గల సంబంధమును చూపురేఖను చాల పోలిఉండును.



సరళవృద్ధి నియమము

మే. వ. న.

**ద్రవములు-II**(ద్రవతలతన్యత, తలశక్తి): వాయువులకు నియత ఆకారముగాని, ఆయతనముగానిలేదు. ద్రవములకు ఆకారము లేకపోయినను నియతఆయతనము కలదు. వాయువులందు అణుచలనమునకు స్వేచ్ఛ ఎక్కువ; ద్రవములందు చాలతక్కువ. వాయువులందుకన్న ద్రవములందు అణువులమధ్య దూరములు చాల స్వల్పమగుటచే ద్రవములందు వాయువులందుకన్న అణువులమధ్య సంఘర్షణ చాల ఎక్కువ. అందుచే ద్రవములందు మధ్యమాన స్వేచ్ఛాపథము అనగా రెండు సంఘర్షణలకు మధ్య అణువు పురోగమించగల మార్గము వాయువులందుకన్న చాల తక్కువ. అది ఇంచుమించు ద్రవాణువుల వ్యాసము $10^{-7}$ నకు సమానముగా ఉండును.

అణువుల మధ్య పరస్పరాకర్షణ బలములున్నవను దానికి వాయువును కాని, బాష్పమును కాని ఎక్కువగా అదిమి ద్రవముగా మార్చి ఒత్తిడిని సడలించినపుడు ద్రవము వెంటనే వాయుస్థితిని తీసికొనక ద్రవస్థితిలోనే ఉండుట సాత్యము. అణువుల మధ్యను పరస్పరాకర్షణ బలములే లేని పక్షమున అదుముడు వలన దగ్గరపడిన అణువులు ఒత్తిడిని తొలగించిన వెంటనే ఎప్పటి వాయుస్థితిని స్వీకరించి ఉండవలెను. అట్లు కనబడక ద్రవస్థితి, కొంత స్థైర్యముకలదిగా గోచరించును కనుక అణువులమధ్య ఉన్న పరస్పరాకర్షణబలములు వాటిని కూడదీసి ద్రవస్థితికి స్థైర్యమును చేకూర్చినవి అని అనుకొనవలెను.

ద్రవములు వాయువులకు, ఘనములకు మధ్యస్థితి. ద్రవస్వభావ పరిశీలనమునకై రంట్జన్ కిరణములవంటి సునిశిత పరీక్షాపరికరములు లేనిరోజులలో ద్రవమునకు, వాయువునకు సాదృశ్యము ఎక్కువగా ఉన్నదని తలచెడివారు. ఒత్తిడి మిక్కిలి ఎక్కువైన స్థితిలో వాయుస్థితికిని ద్రవస్థితికిని భేదము లేశమాత్రము లేదని వాన్ డెర్ వాల్ చేసిన సూచన ఈ సాదృశ్యభావమునకు కొంత చేయూత నొసంగినది.

కాని నూతనాన్వేషణ ఫలితముగా ద్రవములకు వాయువులతోకన్న ఘనములతో హెచ్చుపోలిక ఉన్నట్లు రుజువైనది (చూ. ద్రవ్యావస్థలు).

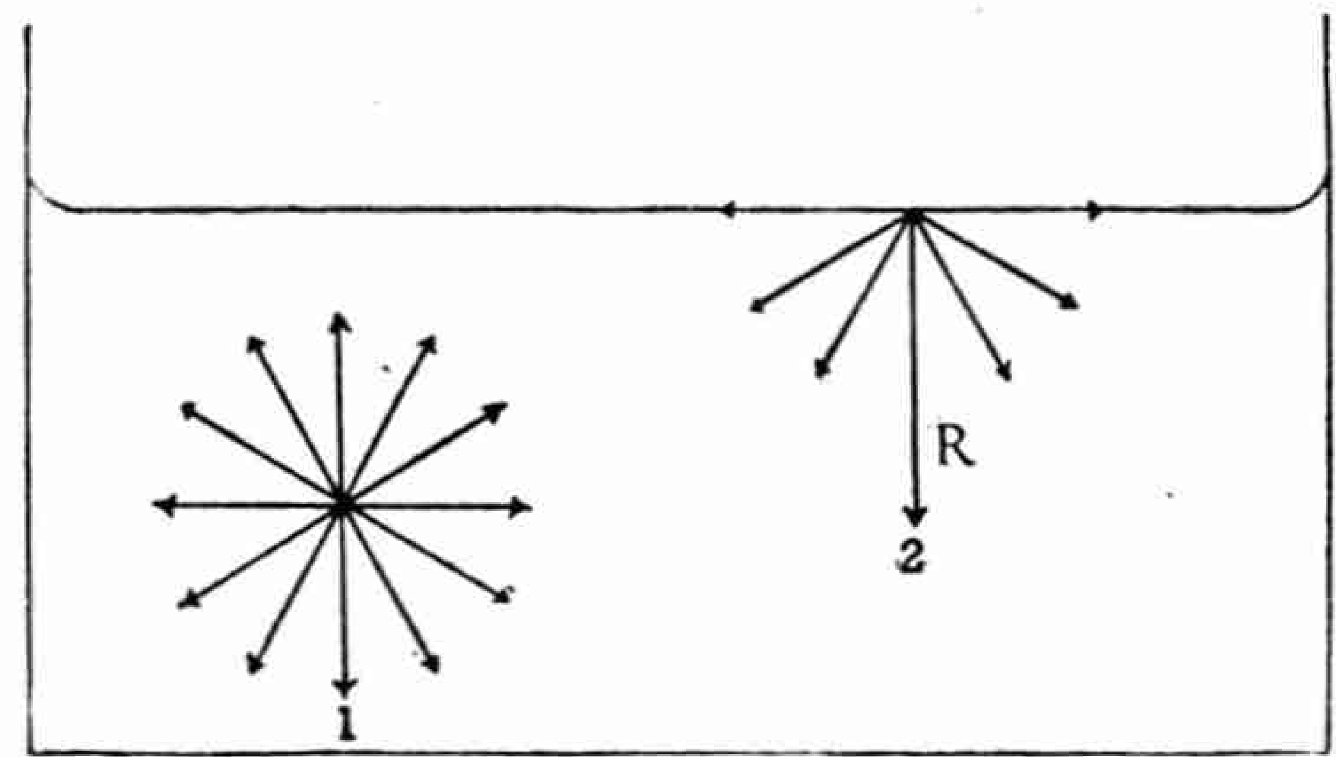
తక్కువ ప్రేషములోనున్న వాయువులయొక్క అణురచన కొంతవిశదమైనది. అట్లే బాహ్యాసౌష్ఠవాకారముచే సూచితమైన ఘనస్థితిలోని అణువుల క్రమసన్నివేశము కొంత తెలిసికొనుటకు వీలైనది. కాని ఈ రెండిటికిని మధ్యనున్న ద్రవస్థితిలోని అణుసన్నివేశము విషయమై సిద్ధాంతములు ఎక్కువగా ప్రబలినవి. కాని తెలిసినది చాల తక్కువయని చెప్పవలసిఉన్నది.

ఏది ఎట్లు ఉన్నను ద్రవస్థితిలో అణుఆకర్షణ బలప్రభావము వాయువులలోకన్న ఎక్కువగుటచే ద్రవములకుకొన్ని విశిష్టధర్మములు కలవు. అందు ముఖ్యమైనవి తలతన్యత, బాష్పప్రేషము. ఘనస్థితిలోకూడ ఈగుణములు అగుపడును. కానీ అవి పరిగణనీయమైన పరిమాణము కలవి కావు.

**ద్రవముల తలతన్యత :** ద్రవములకు నియతాయతనము గలదని చెప్పిఉంటిమి. ఈ గుణమే అవి కచ్చితమైన ఉపరితలమును కలిగి ఉండుటకు కూడ కారణమైనది. భౌతికశాస్త్ర ప్రథమపాఠములో మనము నేర్చుకొనినట్లు ఆధారపాత్ర ఏ దిక్కునకు వంగినను అందులో ఉన్న ద్రవముయొక్క ఉపరితలము మట్టుకుభూమ్యాకర్షణదిశకు లంబముగా ఉండును; అనగా క్షితిజ సమానాంతరముగా ఉండును. వీటిపై నెరపబడు బలముల దిశకు వాటి ఉపరితలములు లంబముగా ఉండుట ద్రవముల ముఖ్యలక్షణము.

ఇదిగాక ద్రవోపరితలము వివిధములగు బలములకు ఉనికిపట్టు. వీటిలో ముఖ్యమైనవి రెండు : 1. అణువుల మధ్యనున్న పరస్పరాకర్షణ బలములు. ఇవి ద్రవముయొక్క తలతన్యతాగుణమునకు కారణము; 2. ద్రవోపరితలముపై కాని, కలిసిపోని రెండు ద్రవములమధ్యనుండు తలమునందుకాని, ఆవిర్భవించు రాసాయనిక సంయోగ బలములు. ఈ బలములు అధిచూషణ సంఘటనకు మూలములు.

ఇచ్చట తలతన్యతను గురించియే చర్చించబడును.. ద్రవశరీర మందుండు అణువు సదృశమగు అణువులు అనేకములు ఉండును. చుట్టునున్న అణువులు ఈ అణువుపై అన్నివైపులనుండి ఆకర్షణబలములను నెరపును.




1 వ పటము

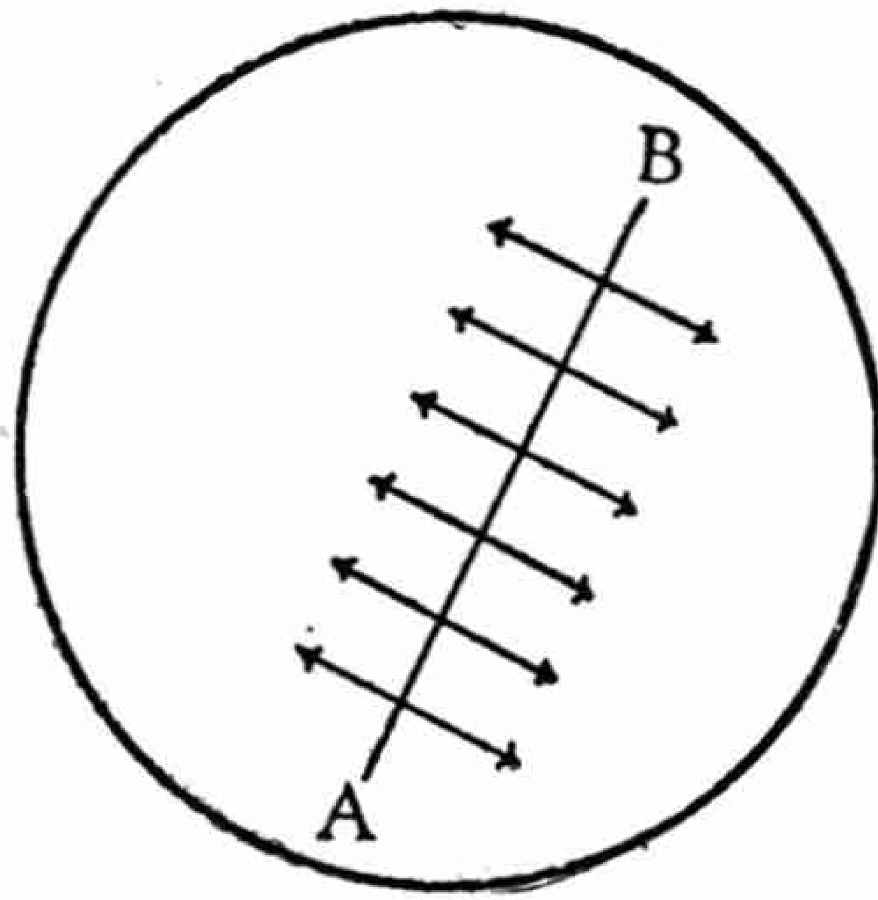
ద్రవములోనున్న అణువుపై అమలులోనున్న బలములు

1. ద్రవమధ్యనున్న అణువుచుట్టూ పనిచేయుచున్న బలములు.
2. ద్రవోపరితలమున ఉన్న అణువుపై పనిచేయుచున్న బలములు.

సరాసరిని ఈ బలములు అన్ని దిశలలోను సమాన పరిమాణము కలవి అగుటచే మధ్య అణువుపై అమలులో ఉన్న ఈ బలములన్నియు పరస్పరము సమతాస్థితిలో ఉండును [చూ. 1 వ పటములో (1)].

ఉపరితలముపై ఉన్న అణువు విషయములో [చూ. 1వ పటములో (2)] పరిస్థితులు భిన్నముగా ఉండును. ఆ అణువు క్రిందను, ప్రక్కలనున్న అణువుల ఆకర్షణబలము లకు లోనగునుగాని దానిపైని బాష్పస్థితిలోఉన్న అణువుల ఆకర్షణబలములు అంతగా గణనలోనికి తీసుకొనతగినవి కావు. ఏలన బాష్పాణువులు చాల విరళముగా ఉండుటచే ఈ అణువునకు చేరువలోనుండి దానిని ఆకర్షించగల బాష్పాణువుల యొక్క సంఖ్య చాల తక్కువగా ఉండును. అందువలన ఈ అణువును ద్రవమధ్యము వైపునకు లాగు ఫలితబలము ఒకటి (R) దానిపై పనిచేయు చుండును.

ఉపరితలములోఉన్న అణువులపై అమలుచేయుచున్న ఈ ఫలితబలముల కారణముగా ద్రవము తన ఉపరితలమును కనిష్ఠవైశాల్యము గలదిగా చేయుటకు ఎల్లప్పుడును ప్రయత్నించుచుండును. సన్నపాటి గొట్టముద్వారా విడువబడు ద్రవము వర్తుల బిందురూపమును దాల్చును. ఏలన నియతభారము ద్రవ్యము స్వీకరించగల ఆకారములలో కెల్ల గోళాకారము, కనిష్ఠ ఉపరితల వైశాల్యముకలదియై ఉండును. ఈ కారణము చేతనే వర్షబిందువులు, జిడ్డు నేలపై బడిన నీటిబిందువులు, గాజు పలకపై పాదరసపు బిందువులు గోళాకృతిని కలిగి ఉండును. బిందువు యొక్క ఉరవు లావైనకొద్దియు దానిబరువువల్ల గోళాకృతి బల్లపరపుగా మారును. అందువలననే బిందువునకు కొంచెము ఎక్కువగా ఉన్న పాదరసము చిన్నబిళ్ళవలె కనిపించును. దీనివలన మనము తెలిసికొనవలసిన ముఖ్య విషయము ఒకటి కలదు. తక్కిన బలముల ప్రసక్తి లేనపుడు ద్రవమెప్పుడును తలతన్యతా ప్రభావమున గోళాకృతినే స్వీకరించును.



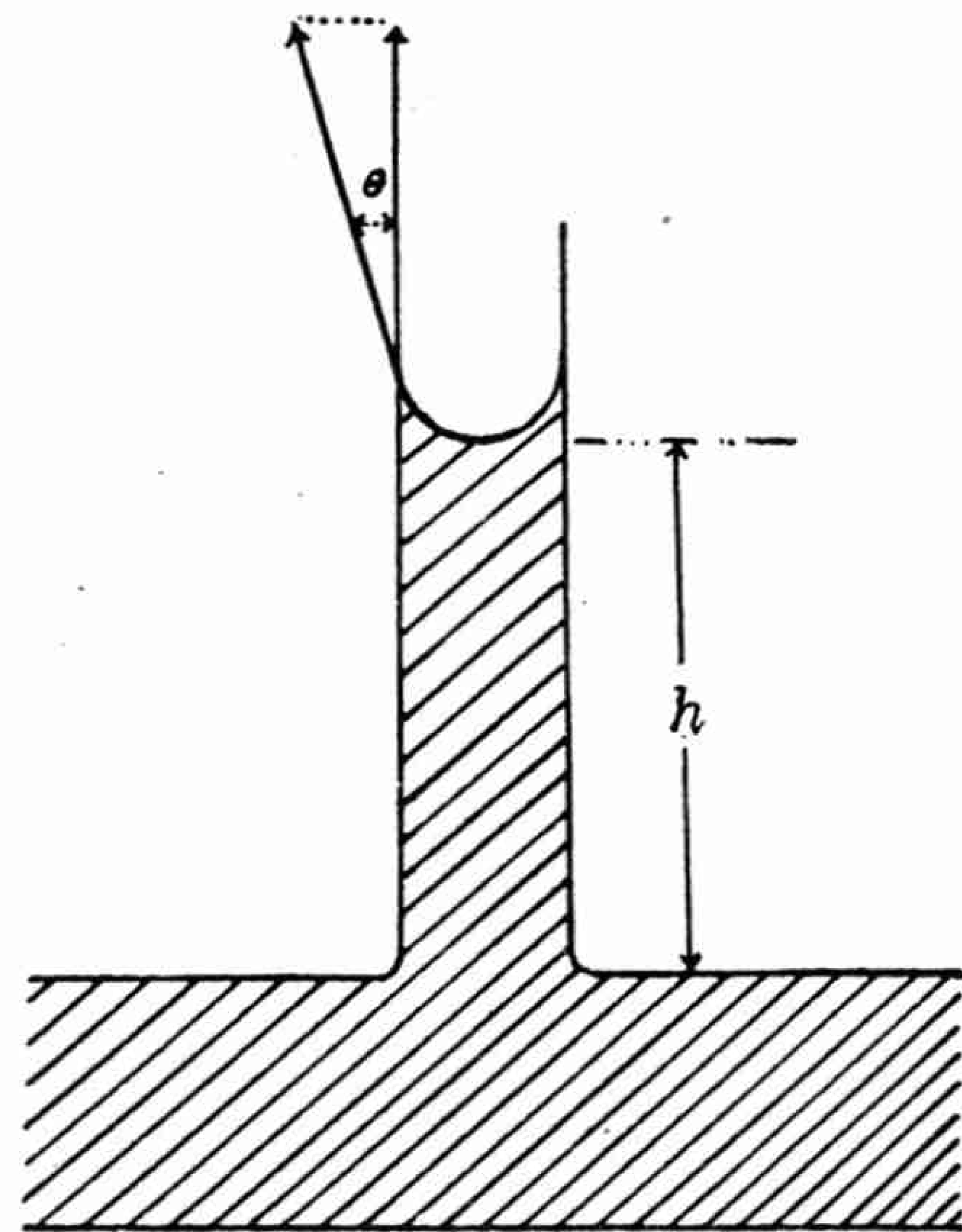
2 వ పటము
ద్రవతలమున కల్పితమైన ఋజురేఖపై అమలులోనున్న బలములు

2 వ పటములో AB అను ఋజురేఖ ద్రవోపరి తలముపై గీయబడినట్లు ఊహింతము: మద్దెలప్రక్కను మూసిన తోలు దానిని బిగించుటకు ఉపయోగించు త్రాళ్లచే సాగదీయబడి ఉన్నట్లు ఈ ఋజురేఖపైనఉన్న అణువులన్నియు రేఖకు లంబదిశలో రెండువైపుల లాగబడుచుండును. అట్టి ఋజురేఖపై ఒక సెంటీమీటరు పొడవున పనిచేయు తలతన్యతాబలమునకు '$\gamma$' అని గురుతు. ఋజురేఖ పొడవున పనిచేయు బలము 'F' అనియు, రేఖ పొడవు 'L' అనియు అనుకొనినచో పై నిర్వచన ప్రకారము $\gamma = \frac{F}{L}$ అగును. బలమును డైన్‌లలో తెలియబరచుట సంప్రదాయము. కనుక తలతన్యతా బలమును ఒక సెంటీమీటరునకు ఇన్ని డైన్‌లని తెలియపరచ వచ్చును.

తలతన్యతాప్రభావము ద్రవములకు సంబంధించిన అనేక సంఘటనలలో గోచరించుచుండును (చూ. తలతన్యత పు 371).

తలతన్యతామాపనము : తలతన్యతను కొలచుటకు అనేక విధానములు కలవు వాటిలో కైశికనాళోత్థానవిధానము చాల ప్రయోగ సులభమైనది (కైశికనాళమనగా కేశము వలె సన్నని గొట్టము).

సన్నని రంధ్రముగల గాజుగొట్టమును నీటిలో కొంత ముంచినపుడు గొట్టములోని నీటిమట్టము పైనీటిమట్టమునకు కొంతఎత్తులో నిలచును. దీనికే 'కైశికోత్థానము' అని పేరు. కిరసనాయిలుదీపములో వత్తివెంట చమురు పైకి లేచుట ద్రవముల కైశికోత్థానప్రభావమే. ఇంకొకవిషయము: గొట్టములను తడుపుద్రవములే నాళములలో పైకిలేచును. గొట్టమును తడుపలేని పాదరసమువంటి ద్రవములు నాళములో క్రిందికి దిగిపోవును. ఉత్థాన మెట్లో, పతనముకూడ కైశికఆకర్షణబలముల ప్రభావమే. 3 వ పటములో గొట్టమును తడుపు ద్రవమొకటి పైకి లేచి



3 వ పటము. తలతన్యతాప్రయోగ నిర్ణయము
h = ద్రవస్తంభము యొక్క ఎత్తు

ఉన్నది. ద్రవతలముపై లభించిన స్పర్శజ్యా గొట్టపు గోడతో '$\theta$' అను కోణములో ఉన్నది. ఈ కోణమునకు 'స్పర్శకోణము' అని పేరు. సాధారణముగా ఈ కోణము చాల అల్పపరిమాణము గలదగుటచే తలతన్యతను కొలచు స్థూల విధానములో దీనిని గణనలోనికి తీసికొని రానక్కరలేదు.

తలతన్యత ద్రవస్తంభమును పైకెత్తును; గురుత్వాకర్షణ బలము దానిని క్రిందికి దింపజూచును. ఈ తలతన్యత, దానికి ప్రతిదిశలో పనిచేయుచున్న గురుత్వాకర్షణము, ఈ రెండుబలములును సమతాస్థితిలోనికి వచ్చుదాక, అనగా తలతన్యత (F) పైకిఎక్కిన ద్రవముయొక్క భారము (W) నకు సమమగుదాక ద్రవము గొట్టములో లేచును :

$F = W$......................(1)

తలతన్యత గొట్టము పరిధిచుట్టు అంటుకొనిన ద్రవము యొక్క పొరపొడవున పనిచేయుచున్నది కనుక :

మొత్తపు తలతన్యతాబలము $F = 2\pi r\gamma$..................(2)

(ఇచ్చట $2\pi r$ నాళపు లోపలిచుట్టుకొలత ; $r$ నాళపు అర్ధవ్యాసము).

ద్రవస్తంభపు బరువు = దాని ఆయతనము $\times$ సాంద్రత. స్తంభపుఎత్తు $= h$, దాని తలవైశాల్యము $= \pi r^2$ కనుక దాని ఆయతనము $= h \times \pi r^2$ అగును. ద్రవముయొక్క బరువు $W = h\pi r^2 \times d$....(3) కనుక 1 వ సమీకరణ ప్రకారము $2\pi r\gamma = \pi r^2 \times h \times d$

F ను డైన్‌లలో వ్యక్తపరచవలయును గనుక బరువును కూడ డైన్‌లలో వ్యక్తపరచవలయును; గ్రాములను డైన్‌లలో వ్యక్తపరచవలసినపుడు వాటిని భూమ్యాకర్షణవలన వస్తువులో సంభవించు త్వరణము ($g = 981$) చే గుణించవలెను. గనుక

$2\gamma = hr \times d \times g$ డైన్‌లు.

$\gamma = \frac{1}{2}h \times r \times d \times g$ డైన్‌లు.

కుడిప్రక్కనున్న రాశులన్నియు ప్రయోగముచే కనుగొనుటకు వీలైనవి కనుక $\gamma$ ను లెక్కించవచ్చును.

ద్రవము యొక్క తాపక్రమము ఎక్కువగుకొలదిని దాని తలతన్యతాబలము తగ్గుచుండును. ద్రవముయొక్క సందిగ్ధతాపక్రమములో ద్రవతలమే అంతరించును. కనుక తలతన్యత శూన్యమూల్యముకలది యగును. తలతన్యతకును, ద్రవతాపక్రమమునకును గల సంబంధమును వాన్ డెర్ వాల్ సమీకరణరూపమున వ్యక్తపరచెను :

$$\gamma = \gamma_0\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n$$

ఇచ్చట $\gamma_0$ = శూన్యతాపక్రమమువద్ద తలతన్యత, $\gamma$ = T వద్ద తలతన్యత. $T_c$ = సందిగ్ధతాపక్రమము. **n** అను ఘాతముయొక్క విలువ ఇంచుమించు 1.21 కు సమానముగా నుండును. T అనునది $T_c$ కి సమానమైనపుడు కుండలీకరణములలోనున్న అంకె శూన్యమగును. అందువలన $\gamma$ కూడ శూన్యమగును. అనగా సందిగ్ధతాపక్రమములో $\gamma$ అంతరించుననన్నమాట.

అణు తలశక్తి : ద్రవోపరితలము బలములకేకాక శక్తికి కూడ ఉనికిపట్టు. అనగా ప్రతి ద్రవతలమును నియతమగు శక్తిని కలిగి ఉండును. పలన ద్రవతలము నొకదానిని నూతనముగా నిర్మించవలయు ననినను, లేదా పెంచవలయు ననినను ద్రవములోపలినుండి ఉపరితలమునకు అణువులు రావలెను. ఉపరితలమును చేరుటలో అణువులు తక్కిన అణువుల ఆకర్షణబలములను ప్రతిఘటించవలెను. ఈ ప్రతిఘటించుటలో అణువులు కొంతపని చేయవలయును. శక్తి నిత్యతానియమ ప్రకారము శక్తి నశించదు. కనుక అణువులుచేసినపని ఉపరితలమునందు అనుద్భూతశక్తి, (పొటెన్షియల్ ఎనర్జీ) రూపమును దాల్చియుండును. ఉపరితల శక్తిని కొలచుటకు తలతన్యత ($\gamma$)ను ఉపరితల వైశాల్యముచే గుణించవలెను.

ఉపరితలశక్తి = $\gamma \times$ దాని వైశాల్యము. $\gamma$ ను డైన్‌లలో తెలియపరచిన ఆశక్తిని అర్గ్‌లలో తెలియపరచవలెను. సమాన అణుసంఖ్యగల ఆయతనము లందలి భారములను ఎట్లు ఆవాగాడ్రోసిద్ధాంతమునందు అణుభారముల నిర్ణయించుటకు సరిపోల్చితిమో, అట్లే రాసాయనికశాస్త్రప్రయోజనమునకై సమాన అణుసంఖ్యగల తలములను సరిపోల్చి చూచుట ఆవశ్యకము. అచ్చట అణుఆయతనమును లెక్కకట్టినట్లు ఇచ్చట అణుఉపరితలమును లెక్కకట్టుదుము. ఒక ద్రవముయొక్క అణుభారము '**M**' అనుకొనినచో, $\frac{M}{d}$ దాని అణుఆయతన మగును ; ఇచ్చట $d$ = ద్రవము యొక్క విశిష్టగురుత్వము. ఒక అణుభారము ద్రవ ద్రవ్యము గోళాకృతిని దాల్చినది అనుకొందము. అట్టి గోళాకృతిని దాల్చిన అణుభారముయొక్క ఉపరితలము $V^{\frac{2}{3}}$ యొక్క విలువను పట్టి వ్యక్తపరచవచ్చును. ఈ ఉపరితలమును తలతన్యతచే గుణించిన ద్రవముయొక్క అణు ఉపరితలశక్తి లభించును.

అణుఉపరితలశక్తి = $\gamma V^{\frac{2}{3}}$ : ఇదివరకే $V = \frac{M}{d}$ అని చెప్పియుంటిమి. కనుక అణుఉపరితలశక్తి = $\gamma\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{2}{3}}$ అగును. ద్రవముయొక్క తలతన్యతవలె ఉపరితలశక్తి కూడ తాపక్రమము హెచ్చినకొలది తగ్గుచు సందిగ్ధతాపక్రమము వద్ద తలతన్యతతోపాటు అంతరించును.

తాపక్రమముతో అణుఉపరితలశక్తి ఎట్లుతగ్గునో అను విషయము ఔటువుష్ అను ఆస్ట్రియా భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు సమీకరణరూపమున వెల్లడిచేసెను :

$$\gamma V^{\frac{2}{3}} = K (T_c - T)$$

ఔటువుష్సమీకరణము సందిగ్ధతాపక్రమము ($T_c$) నకు 6° దిగువనున్న తాపక్రమమునుండియే వర్తించునను విషయమును కనిపెట్టిన రామ్జి, షేలే అను ఇద్దరు ఇంగ్లీషు రాసాయనికులు ఈసమీకరణమును సరిదిద్ది క్రిందివిధమున లిఖించిరి :

$$\gamma V^{\frac{2}{3}} = K (T_c - T - 6)$$

ఇచ్చట $T_c$ సందిగ్ధతాపక్రమము, $\gamma$ ఏ తాపక్రమమువద్ద నిర్ణయించబడినదో ఆతాపక్రమము T తెలియచేయును; K స్థిరాంకము. దీనివిలువ అంకెలలో '—2·12' ఉండును. ఈవిలువ ద్రవస్వభావమునుపట్టి మారదు. అనేకద్రవ ద్రవ్యములు ఈవిలువనే కలిగియుండును. అనగా ద్రవ స్వభావనిరపేక్షముగా ఏద్రవమువిషయమైనను దాని అణుఉపరితలశక్తి ప్రతి డిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకును 2·12 అర్గ్‌లు తగ్గుచుండును. ఇదియే T ఋణచిహ్నము యొక్క భావము. అది ($T_c - 6$) అను పదమునకు సమానమైనపుడు ఉపరితలశక్తి శూన్యమగును.

ద్రవద్రవ్యమునకు బాష్పస్థితిలో, ఏ అణుభారము ఉండునో ద్రవస్థితిలోకూడ ఆ అణుభారమే ఉన్నప్పుడు ఈ సమీకరణము వర్తించును. అందువలన ఈ సమీకరణమును ఉపయోగించి ఒక ద్రవద్రవ్యములో అణువులు విడివిడిగా నున్నవో, లేదా సముదాయముగా నున్నవో నిర్ణయించ వచ్చును. అణుసముదాయములు ఉన్న ద్రవమునకు అన్వయించునపుడు సమీకరణమందు బాష్పస్థితిలో దాని అణు భారమును 'M' గా తీసికొనినచో 'K' యొక్క విలువ సరిగా 2·12 కు సమానముగా ఉండదు. బాష్పస్థితిలో లభ్యమైన అణుభారమును రెండుచేగాని, మూడుచేగాని గుణించి ఆ విలువను సమీకరణములో చేర్చినపుడు K యొక్క విలువ సరిగా 2·12 కు సమానమగును. ద్రవమును ద్రవముగా ఉంచి దాని అణుభారమును నిర్ణయించుటకు ఈ సమీకరణమును ఉపయోగించుపద్ధతి ఒక్కటియే రాసాయనికునికి అందుబాటులో ఉన్నపద్ధతి. అణుభార నిర్ణయపద్ధతు లన్నియు బాష్పస్థితికే అన్వయించునను విషయమును జ్ఞాపకముంచుకొనినచో ఈ అణుఉపరితల పద్ధతియొక్క మహత్త్వము బోధపడగలదు.

అందువలన ఔటువుష్ సమీకరణము ద్రవద్రవ్యములను బాష్పీకరించు అవసరములేకుండ వాటి అణుభారములను నిర్ణయించుటకు చాల ఉపకరించును. మే. వ. న.

**ద్రవ్యరాశి - భారము :** భౌతికశాస్త్ర ప్రాచీన ఇతి హాసమందు ద్రవ్యరాశికి భారమునకు మధ్యగల వ్యత్యాస మును నిస్సంశయముగ గుర్తించుట అతి ప్రధానమైన ఘట్టము. ఔన్సులు, పౌనులు, టన్నులు మొదలైన యూనిట్‌లు ఈ రెండు పదములకు సమానముగా వాడుకలో ఉండుటచే వీటికిగల అర్థభేదము సామాన్యుడు ఎరుంగకపోవుట ఆశ్చర్యముకాదు. అంతేకాక, శిక్షితులకు నేడు ఈ అర్థభేదము స్పష్టముగ తోచినను సూక్ష్మగ్రాహ్య మగు అంశమిచ్చట తప్పకుండ కలదని అనుకొనవలయును. "భారమనునది వస్తువుపై భూమికి గల ఆకర్షక బలము; ఘర్షణలేకుండ అధిరోపితమైన వస్తువు, దానిని కదల్చుటకు గాని, ఆపుటకుగాని లేదా దాని చలనస్థితిలో మార్పు తెచ్చుటకుగాని, ఆపుటకుగాని చేయబడు ప్రయత్నములకు ద్రవ్యరాశి ప్రదర్శించు జాడ్యము, మాంద్యము లేదా ప్రాతి ఘట్యమునకు మానము" అను ఉక్తిలో ఈ వ్యత్యాసము సూచితమైఉన్నది.

ద్రవ్యరాశి భారముకన్న భిన్నమైనది గనుక, ఈ రెండిటికిని అన్వయించు మానవిధానములుకూడ ప్రత్యక్ష ముగ భిన్నములు కావలయును. ద్రవ్యరాశుల తైఫారు వేయుటకు ఉద్దిష్టమైనవి అనుకొనిన సాధారణ విధాన ములు అన్నియు భారములనే సరిపోల్చును. దీనికి ముఖ్య మైన దృష్టాంతములగు తన్య(స్ప్రింగ్) తుల, దండతుల ఈ రెండిటి ప్రయోగమును తూనిక చేయబడు వస్తువుపై భూమికి గల ఆకర్షక బలము పైననే ఆధారపడి ఉండును. అనగా ఇవి భారములనే కొలచునుగాని ద్రవ్యరాశులను కాదు. సాధారణముగ తన్యతుల భారమును కొలచు ననియు, దండతుల ద్రవ్యరాశులను కొలచుననియు అందుము. ఇది ఒకవిధముగ నిజమైనను, భూమ్యాకర్షణ శక్తి లేనిచో ఈ రెండును పనిచేయవు. అందువలన దండ తుల కూడ భూమ్యాకర్షణబలములను, అనగా భారములను తైఫారుచేయును. అందుచే కేవలద్రవ్యరాశిని కొలమటకు భూమ్యాకర్షణపై ఆధారపడని సాధనము ఒకదానిని మనము ఉపయోగించవలెను. కాని ఇట్టి విధానములు పెక్కులు ఉన్నను సులభ నిర్వాహ్యములు కామిచే అవి ప్రయోగములందు ఉపయోగించబడవు. అందువలన ద్రవ్య రాశుల ప్రత్యక్షముగా కొలమట అనునది పరిపాటి కాదు. దానివంతుభారముల నిష్పత్తియే ద్రవ్యరాశుల నిష్పత్తి, అనగా ద్రవ్యరాశి భారములకు అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండునను సాధారణాభ్యుపగమనమును స్వీకరించి వస్తువుల ద్రవ్యరాశి వాటి భారముద్వారా కొలువబడును. ఈఅభ్యుప గమమునకు ఆధారము నిజముగా ప్రయోగమే. ప్రయోగ

మనేక విధముల ఈ అభ్యుపగమ సామంజస్యమును సమర్థించినది. కాని ఇచ్చట ఒక షరతునుండ చూడవలయును. అది ఏమన ఏస్థానమందు భారమానము ప్రత్యక్షముగా గావించబడినదో ఆ స్థానమందే ద్రవ్యరాశి భారముతో నియత నిష్పత్తిలో ఉండునని తలంచతగును.

అభ్యాస సౌలభ్యకారణమున ద్రవ్యరాశి భారస్థిర నిష్పత్తి భావము ఎంత ఉపాదేయమైనను, యాంత్రికశాస్త్ర తత్వములకు చింతనా వైశద్యముకూర్చు మార్గమందు నిజముగా ఇది అనర్థావహామే.

తార్కికముగ అత్యంత భిన్నములగు ద్రవ్యరాశి, భార భావములమధ్య లేచిన ఈ భ్రాంతికి, వాటిమధ్యవ్యక్తమగు స్థిర సంఖ్యాత్మక నిష్పత్తియను యదృచ్ఛా సంఘటనము మూలము. ఒక నియత ప్రదేశమందు ద్రవ్యరాశి ప్రయోగ ప్రదేశముతో మారదనియును, భారము అట్టి పరిస్థితుల మారుననియును మరవరాదు. ద్రవ్యరాశి మారకుండ, భారమును మనము సగము గావించినచో (ద్రవ్యరాశిని భూకేంద్రమునకు సగము దూరమునకు కొంపోయినచో ఇది సంభవము), ఆ వస్తువు క్రిందికి, అనగా భూకేంద్రము వైపు పడురేటు అణుగుణముగ తగ్గును. కాని వస్తువు సమ విభజనము వలన భారమును సగము చేసినచో ద్రవ్యరాశి కూడ సగమగును. కాని ఈ రెండిటి నిష్పత్తి మారకనే ఉండును. అందువలన వస్తువు పడురేటులో మార్పు ఉండదు. చులకనబడిన వస్తువునకు సైతము పతనక్రమము (రేటు) మునుపటి వస్తువునకువలె ఉండును. ఏలన, భౌమ్యాకర్షణ తగ్గినను, చలనమును జనింపచేయుటకు ప్రతిఘటింపబడ వలసిన జడతకూడ ఆ నిష్పత్తిలోనే తగ్గును.

న్యూటన్ వేరువేరు ద్రవ్యముల సమానద్రవ్యరాశులతో నిర్మించబడిన లోలకములతో ప్రయోగముల సలిపి, గణిత రీతిని, లోలక స్పందనా వ్యవధి ద్రవ్యరాశియొక్క వర్గ మూలముతో అనులోమముగను భారముయొక్క వర్గ మూలముతో విలోమముగను, మారునని నిరూపించెను. వాస్తవికముగ భారము, ద్రవ్యరాశి ద్రవ్యమేదియైనను, నియత పరస్పర నిష్పత్తిలోనుండునేని, లోలక స్పందన కాలవ్యవధి, లోలక గోళద్రవ్యముతో మారకూడదు. ప్రయోగము ఈ యూహను పోషించినది. ఇట్లు భార, ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తియొక్క స్థైర్యమును నిరూపించి 'ద్రవ్యరాశి ఎప్పుడును భారమునకు అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండునని నేను కనుగొంటిని' అని న్యూటన్ వ్రాసియున్నాడు. అందువలన ఒక నియత ప్రదేశమందు భార ద్రవ్యరాశులకు మధ్యగల స్థిరనిష్పత్తి రుజువు చేయబడినది.

మే. వ. న.

**ద్రవ్యావస్థలు :** ద్రవ్యములన్నియు అవి కనపరచు బాహ్యధర్మములను బట్టి వాయువులని, ద్రవములని, ఘనములని మూడు వర్గములుగా విభజించనగును. ఒకనియత రాసాయనిక సంఘట్టనముగల ద్రవ్యము, దానిపై పని చేయు ప్రేషము తాపక్రమము పరిస్థితులకు అనుగుణముగ పై చెప్పిన మూడుఅవస్థలను స్వీకరించసమర్థమగును. ఉదా: వాతావరణ ప్రేషమునకు గురియగు నీరు శూన్యతాపక్రమ మువద్దహిమరూపమున ఘనస్థితిని, శూన్యతాపక్రమమునకు, 100°C తాపక్రమము మధ్య జలమనుద్రవస్థితిని, 100°C తాపక్రమముపైన, ఆవిరి రూపమున వాయుస్థితిని పొందును.

దానికందుబాటులోనున్న అవకాశము నంతటిని పూర్ణముగా నింపు స్వభావము వాయుస్థితియొక్క విశిష్టలక్షణము. దీనికి విరుద్ధముగ ద్రవమొక నియత ఆయతనమును కలిగి ఉండును. ఆధారపాత్ర నవి చాలినంత రాశియందు ఉన్నప్పుడే పూర్ణముగా నింపగలవు. ఆధారపాత్రయొక్క ఆధారమున కనుగుణముగ నవి తమ ఆకారమును మార్చుకొనును. అనగా ద్రవమునకొక నియతాకారములేదు. మారుటకు వలనుపడని నియతాయతన ముండుటబట్టి ద్రవములకు వాటిని పరిసరములనుండి వేరుపరచు సరిహద్దుగా నాచరించు తలమొకటి యుండును. దీనిని ద్రవోపరితలమందురు. ఈ ఉపరితలముయొక్క ఆకారము ద్రవమందు పనిచేయుచున్న బలములపట్టి యుండును. గురుత్వాకర్షణబలము మాత్రమే పనిచేయునపుడు ద్రవోపరితలము సమతలముగా కన్పట్టును. గురుత్వాకర్షణ బలముతోపాటు కేంద్రాపసారి బలముకూడ, అనగా ఒక ద్రవము ఒక పాత్రలోనుంచి ఆపాత్ర ఊర్ధ్వాక్షము చుట్టు దాని గిరగిర వేగముగా త్రిప్పినచో ద్రవముపై కేంద్రాపసారిబలము పని చేసినపుడు ద్రవోపరితలము పరవలయాకారమును గ్రహించును. ద్రవముపై ఎట్టి బలమును పనిచేయని స్థితిలో అది గోళాకారమును అనగా బింద్వాకారమును స్వీకరించును. ఉదా : క్రిందకు పడుచున్నపుడు ద్రవము బింద్వాకృతిని చేపట్టును. ఒక ద్రవముయొక్క అతిస్వల్పరాశిని సమాన సాంద్రతగలిగి దానితోకలిసిపోని ఇంకొక ద్రవము మధ్యను ప్రవేశపెట్టినచో మొదటి ద్రవమందు రెండవది తేలుచు విధిగా గోళాకృతిని స్వీకరించును. ఘనాకారము, అండాకారమువంటి ఇతర ఆకృతులుగల వస్తువులు గోళములతో పోల్చిచూచినపుడు అవి ఎక్కువ ఉపరితలమును గ్రహించును.

అల్పిష్టోపరి తలమును స్వీకరించుటకై ఒక ద్రవము చేయు ప్రయత్నము దాని ఉపరితల నిర్మితికి పని ఆవశ్యకమని సూచించును.

ఘన ద్రవ్యముల ఆకారము ఆధారపాత్ర ఆకార నిరపేక్షముగా ఉండును. వాటికి కొంచెపు బలప్రయోగము వలన వికారము నొందని ఒక నియతాకారము, నియతాయతనమును ఉండును. ద్రవములు స్థిరాయతనములు కాని స్థిరాకారములుగాని కావు, వాయువులుకూడ స్థిరాయతనములుగాని, స్థిరాకారములుగాని కావు.

**ద్రవ్యస్థితుల మధ్యరూపములు :** ఒక ద్రవ్యము ఈ పైచెప్పిన మూడు ద్రవ్యస్థితులలో దేనికి చెందునో నిరూపించుట కొన్ని సందర్భముల సమస్యగా కన్పట్టును. ఏలన ద్రవస్థితియొక్క లక్షణమును నిర్వచించుటకు ఉపయుక్తమగు, స్థిరాకారము, స్థిరాయతనమువంటి ధర్మములు ద్రవ్యముయొక్క జాతినిబట్టి విరివిగా మారుచుండును. ముఖ్యముగా ఘనములను ద్రవములనుండి భిన్నములుగా గుర్తించుటకు ఉపయుక్తమగు ఆకారస్థిరత్వలక్షణము, కొన్ని ద్రవ్యములపట్ల అట్టి భేద గ్రహమునకు సహాయకారికాదు. ఏలన గాజు, తారువంటి ద్రవ్యముల విషయమై ద్రవస్థితి ఘనస్థితిలోనికిగాని లేదా అటునుంచి ఇటుగాని ఆకస్మికముగా మారుటకు కారణమగు ఒక నియతతాపక్రమముపదియు గోచరించదు. మామూలుగా ఘన ద్రవ్యమువలె కన్పట్టుగాజు, వేడిచేసిన కొలది క్రమముగా మెత్తబడును. ఇట్టి ద్రవ్యములను వాటి చిక్కదనమును పట్టి ద్రవములనియు, వాటి ఆకారస్థిరత్వము, వాటిస్థితిస్థాపకత గుణములపట్టి ఘనములనియు కూడ భావించవచ్చును. ఇట్టి రూపద్వైవిధ్యమునకు అనేక నిదర్శనముల చూపవచ్చును. అందువలన స్ఫటికస్థితిగల ద్రవ్యములే ఘనములన చెల్లును (చూ. స్ఫటికములు, ద్రవ స్ఫటికములు).

మే. వ. స.

**ద్రావణములు-I :** ఒకటికన్న ఎక్కువ ద్రవ్యములు ఒకదానితోనొకటి ఏకరూపముగా కలిసిపోయి ఏర్పడిన భౌతికమిశ్రమునకు 'ద్రావణ' మని పేరు. ద్రావణము ఏర్పడుటకు అధమము రెండు ద్రవ్యములు కావలెను. రెండు ద్రవ్యములతో ఏర్పడిన ద్రావణము విషయములో (నీటిలో పంచదారవలె) విలీనమైపోయినట్లు కనిపించు ద్రవ్యమునకు 'ద్రావ్య' మనియు, విలీనముచేసికొనిన ద్రవ్యమునకు 'ద్రావ' మనియు సాధారణ వ్యవహారము. కాని, ఈ ద్రావ, ద్రావ్య భేదమును ఎప్పట్ల పాటించుటకు సబబు కనిపించదు.

సాధారణముగా అమోనియాను అమోనియా వాయువు నీటిలో కరుగుటవలన ఏర్పడిన ద్రావణముగా ఎంచుట పరిపాటి. అమోనియాద్రవములో నీటిఆవిరి కరుగగావచ్చిన ద్రావణముగా కూడ అమోనియాను భావించవచ్చును. కాని, అమోనియావాయువును నీటిలో కరగించి అమోనియాను తయారుచేయుదురు. కావున అమోనియావాయువును ద్రావ్యముగాను, నీటిని ద్రావముగాను భావించుట పరిపాటియైనది. అదిగాక, వాయువుల విషయములో కాక, వాయుభిన్న ద్రావణములలో హెచ్చుగానున్న ద్రవ్యమును ద్రావముగాను, తక్కువగానున్న ద్రవ్యమును ద్రావ్యముగాను పరిగణించుట శాస్త్రజ్ఞులకు అలవాటు అయిపోయినది.

ప్రతిద్రవ్యమునకు, వాయు, ద్రవ, ఘన స్థితులు మూడున్నవి. ఒకస్థితిలోనున్న ద్రవ్యము, ఇంకొకదాని యొక్క మూడుస్థితులలో దేనితోనైన ద్రావణముగా ఏర్పడవచ్చును. ఇట్లు క్రింది చూపినవిధమున ద్రావణములను సామాన్యముగా వర్గీకరించవచ్చును :

1. వాయువులలో వాయువులు ; 2. వాయువులలో ద్రవములు ; 3. వాయువులలో ఘనములు ; 4. ద్రవములలో వాయువులు ; 5. ద్రవములలో ద్రవములు ; 6. ద్రవములలో ఘనములు ; 7. ఘనములలో వాయువులు : 8. ఘనములలో ద్రవములు ; 9. ఘనములలో ఘనములు;

ద్రావణములలో ద్రావ, ద్రావ్యములు ప్రత్యేకముగా ఎంతెంతయున్నవో తెలియజేయుట ఆవశ్యకము. ద్రావ, ద్రావ్యములు రెండును వాయువులే అయినపుడు మిశ్రములోని ప్రత్యేకవాయువులరాశులను వాటి ఆంశిక ప్రేషములలో తెలియజేయుదురు. ఒక వాతావరణప్రేషములో సాధారణతాపక్రమములవద్ద గాలిలో అయిదవభాగము ఆక్సిజన్, తక్కిన నాలుగు భాగములును నైట్రోజన్ ఉన్నవి. అందువలన ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ ఆంశిక ప్రేషములు క్రమముగా $\frac{1}{5}$, $\frac{4}{5}$ వాతావరణములు అగును.

వాయువు ద్రావ్యము, ద్రవము ద్రావము అయినపుడు నియతాయతనపు ద్రావములో విలీనమగు వాయువు యొక్క ఆయతనమును లెక్కింతురు. తక్కినరకముల ద్రావణములలో ద్రావ, ద్రావ్యముల పరిమాణములను గ్రాములలో లెక్కింతురు. ఉదాహరణమునకు, 20 గ్రాముల ఉప్పు 100 గ్రాముల నీటిలో విలీనమైనప్పుడు ఏర్పడిన ద్రావణముయొక్క సంఘట్టనమును 20 గ్రాముల ఉప్పు 100 గ్రాముల నీటిలో ఉన్నదనిగాని, లేదా 20 గ్రాముల ఉప్పు 120 గ్రాముల ద్రావణములో నున్నదనిగాని చెప్పవచ్చును. ద్రావ, ద్రావ్య భారములను గ్రాములలో తెలియచేయుటకు బదులుగా వాటి అణుభారములలో తెలియచేయుటకూడ కలదు. ఉప్పు అణుభారము 58 గ్రాములు ; నీటి అణుభారము 18 గ్రాములు. అందువలన పైని ఉదహరించిన ద్రావణములో $20/58 = 0.344$ అణు

భారముల ఉప్పు, 100/18 = 5·55 అణుభారముల నీరు ఉన్నవి. ఇన్ని అణుభారముల ద్రవ్యములు ద్రావణములో నున్నవనుటకు బదులుగా వాటి నిష్పత్తిని ద్రావణ సంఘట్టనముగా నిరూపింతురు. ఈ నిష్పత్తికి 'అణునిష్పత్తి' అని పేరు. ద్రావ, ద్రావ్యాణుభారముల మొత్తపు సంఖ్యలో ద్రావ్యాణుభార సంఖ్యగాని, ద్రావాణుభార సంఖ్య ఎంతభాగమో తెలియజేయు అంకెకు అణుభిన్నాంకమని పేరు. ప్రస్తుత ద్రావణములో 0·344 అణుభారములు ఉప్పు, 5·55 అణుభారములు నీరు కలిసి 5·899 అణుభారములు కలవు. ఇందులో ఉప్పుయొక్క అణుభారసంఖ్యను మొత్తపుఅణుభారసంఖ్యలో ఎన్నవ భాగమో తెలియజేయు భిన్నాంకము 0·344/5·899 అగును. ఇది ద్రావ్యమగు ఉప్పుయొక్క అణు భిన్నాంకము. దీనిని ఒకటి నుండి తీసివేసిన ద్రావమగు నీటియొక్క అణుభిన్నాంకము సిద్ధించును :

$$1-\frac{0.344}{5.899}=\frac{5.555}{5.899}$$

ద్రావము యొక్కయు, ద్రావ్యము యొక్కయు భిన్నాంకములు కలసి ఒకటికి సమానమగునని స్పష్టము.

$$\frac{0.344}{5.899}+\frac{5.555}{5.899}=1$$

అనగా ద్రావ, ద్రావ్యములలో ఒకదానియొక్క అణుభిన్నాంకమును ఒకటిలోనుండి తీసివేసిన రెండవదాని భిన్నాంకము లభించును. అణుభిన్నాంకములలో ద్రావణము యొక్క సంఘట్టనమును తెలియజేయుట శాస్త్రీయముగా చాలనిశితమైన పద్ధతి.

**వాయువులలో వాయువులు :** ఏవాయువైన ఇంకొక వాయువులో ఏకరూపముగా కలిసిపోవుటవలన, వాయువు వాయువుతో సజాతీయ వ్యవస్థను ఇచ్చును. పాత్రలో మూసి పెట్టిన ప్రతివాయువు పాత్రగోడలపై కొంతఒత్తిడిని కలుగజేయునని ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. వాయుమిశ్రములో ఉన్న ప్రతివాయువునకు అట్టి ఒత్తిడిని కలుగజేయు సామర్థ్యము ఉండును. మిశ్రములోనున్న వాయువు కలుగజేయు ఒత్తిడి ఆ వాయువు ఒంటిగా పాత్రనంతను ఆక్రమించినపుడు కలుగుజేయు ఒత్తిడికి సమానము. మిశ్రములో ఉన్న వాయువు కలుగజేయు ఒత్తిడికి వాయువుయొక్క 'ఆంశిక ప్రేషము' అనిపేరు. వాయుమిశ్రములోఉన్న వాయువుల మొత్తపుప్రేషము వాటి ఆంశికప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము. దీనికి డాల్టన్ ఆంశికప్రేష నియమమని పేరు.

చిత్రములో చూపినట్లు $v_1, v_2, v_3$ ఆయతనములు గల మూడుపాత్రలు, మధ్యను బిరడాలుగల గొట్టములతో కలిపియున్నవి అనుకొందము.

వీటిలో మూడు వేర్వేరువాయువులను P అను సమాన ప్రేషములోఉంచి పాత్రలమధ్య బిరడాలను తెరచిన, ఆమూడువాయువులును ప్రేషములో మార్పులేకుండ ఒకదానిలో ఒకటి కలిసిపోవును. ఇప్పుడు ప్రతివాయువును $v_1+v_2+v_3=v$ అను మూడుపాత్రల మొత్తపు ఆయతనమును ఆక్రమించిఉండును. ఈ మొత్తపు ఆయతనములో ఆవాయువుల ఆంశికప్రేషములు $p_1, p_2, p_3$ అనుకొందము. ఇప్పుడు ప్రతివాయువుయొక్క ఆయతనము, ప్రేషము, ఈ రెండింటిలో సంభవించిన మార్పులకు బోయిల్ నియమమును అన్వయింపచేసినచో క్రింది ఫలితములు లభించును :

మిశ్రము ఏర్పడకముందు మొదటి వాయువుయొక్క ప్రేషము p యును, దాని ఆయతనము v యును; మిశ్రము అయిన తరువాత దాని ఆయతనము $v=(v_1+v_2+v_3)$ యును, ప్రేషము $p_1$ యును అయినచో బోయిల్ నియమ ప్రకారము :

$$pv_1 = p_1v$$

ఇట్లే తక్కిన వాయువులవిషయమై

$$pv_2 = p_2v$$
$$pv_3 = p_3v$$

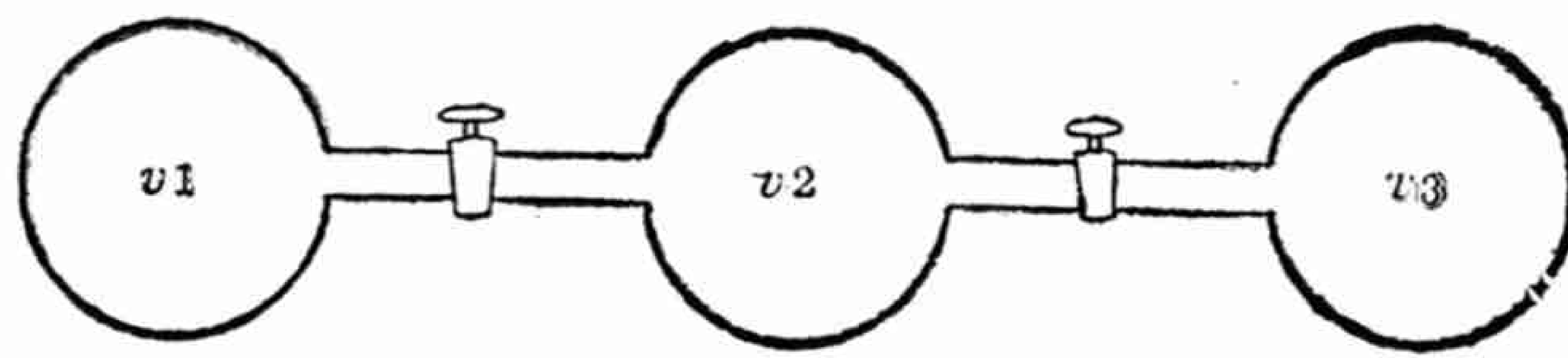
అను సమీకరణములు లభించును. వీటిని సంకలనముచేసిన

$$pv_1 = p_1v$$
$$pv_2 = p_2v$$
$$pv_3 = p_3v$$

$$p(v_1+v_2+v_3) = v(p_1+p_2+p_3)$$

$v=(v_1+v_2+v_3)$ కనుక $p=(p_1+p_2+p_3)$ అగును.

అనగా మిశ్రముయొక్క ప్రేషము ఆవాయువుల ఆంశిక ప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము; ఇదియే డాల్టన్ ఆంశికప్రేష నియమము. ఈ నియమము వాయు ద్రావణముల ప్రధాన నియమమును అనగా వాయుమిశ్రముయొక్క ప్రేషము, మిశ్రములోని ప్రత్యేక వాయువుల ఆంశికప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము అను నియమమును సూచించుచున్నది.



ఆంశికప్రేషనిరూపణము

వాయువులో ద్రవము: ఈ ద్రావణవ్యవస్థ చాల అరుదుగా కన్పట్టును. బ్రోమీన్ సామాన్యతాపక్రమములో ద్రవస్థితిలోఉండు మూలద్రవ్యము, ఇది ద్రవము కనుక గణనీయమైన బాష్పప్రేషమును కలిగిఉండును. ద్రవ తలముపై ఆర్గాన్ (గాలిలోని అపురూప వాయువు)ఉన్నప్పుడుకన్న ఆక్సిజన్ వాయువు ఉన్నప్పుడు బ్రోమీన్ బాష్పప్రేషము ఎక్కువ అని ప్రయోగమువలన తెలిసినది. ఈ వ్యత్యాసమును బోధపరచుకొనవలెనని ఆర్గాన్‌లో కన్న ఆక్సిజన్‌లో బ్రోమీన్ ద్రవము ఎక్కువగా విలీనము అగునని ఊహించవలసియున్నది.

వాయువులలో ఘనములు: అయిడీన్ హేలొజన్ వర్గమునకు చెందిన అధాతుమూలద్రవ్యము. ఇది ఘనస్థితిలో ఉండును. సామాన్యతాపక్రమములో హారతి కర్పూరము వలె ఇది బాష్పస్థితిని పొందును. ఆక్సిజన్ వాతావరణములో అయిడీన్ బాష్పప్రేషము ఆర్గాన్ వాతావరణములోకన్న ఎక్కువ అని ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించబడినది. ఆర్గాన్‌లోకన్న ఆక్సిజన్‌లో అయిడీన్ ఎక్కువగా విలీనమగునని అనుకొనినగాని ఈ బాష్పప్రేష వ్యత్యాసము అర్థముకాదు.

ద్రవములలో వాయువులు: అన్ని ద్రవములలో అన్ని వాయువులు కొద్దిగనో గొప్పగనో విలీనమగును. ఈ విలీనమగుటకు 'చూషణము' అనిపేరు. నియతాయతనము గల ద్రవములో విలీనమగు వాయురాశి ఆ రెండింటి స్వభావమునుబట్టి ఉండును. నీటిలో హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువు అపరిమితముగా విలీనమగును; బెన్జీన్‌లో తగు మాత్రము విలీనమగును. అట్లే అమోనియా వాయువు నీటిలో చాల ఎక్కువగా కరుగును. నీటిలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ తగుమాత్రము విలీనమగును. ద్రవములయందు తగుమాత్రముగా విలీనమగు వాయువుల విషయములో ప్రయోగ పూర్వకముగా స్థాపించబడిన నియమము ఒకటి కలదు. దానికి 'హెన్రీ నియమము' అని పేరు.

నియత ఆయతనముగల ద్రావములో విలీనమగు వాయుద్రవ్యభారము ద్రావపు పైతలమున ఆ వాయువుయొక్క ఒత్తిడినిపట్టి ఉండును. వాయువు ఒత్తిడి హెచ్చుఅయినప్పుడు విలీనమైన వాయురాశికూడ హెచ్చగుచుండును. వాయువు ఒత్తిడిని తగ్గించినచో ద్రావములో ఇదివరకు విలీనమైఉన్న వాయువు బయటికి వచ్చును. ఇదే సూత్రముపై సోడా వాటరు సీసాలలో కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఎక్కువ ఒత్తిడిలో విలీనమై ఉండును. బిరడానుగాని, గోళీనిగాని సడలించిన వెంటనే, నీటిపై ఉన్న వాయువే కాక నీటియందు ఇదివరకు ఒత్తిడిలో బంధితమై ఉన్న వాయువు కూడ బుసబుసమని పైకి పొంగును.

హెన్రీనియమము చాల తక్కువగా నీటిలో కరుగు వాయువులకే వర్తించును. అత్యధికముగా నీటిలో విలీనమగు అమోనియా, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువులపట్ల ఈ నియమము వర్తించదు. కాని వాటి ద్రావ్యత చాల తక్కువగు తాపక్రమములో (నీరు మరుగు తాపక్రమము వద్ద) అమోనియా, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువులు కూడ హెన్రీ నియమమునకు లొంగును. వాయునియమము వలె హెన్రీ నియమముకూడ సాంద్రత చాలతక్కువగాఉన్న వ్యవస్థలకే వర్తించును.

ఒకఘన సెంటీమీటరుద్రవముచే చూషించబడు వాయువుయొక్క ఆయతనమును 0°C తాపక్రమమునకు - ప్రమాణ వాయుప్రేషమునకు మార్చినచో, ఆ మార్చగా వచ్చిన ఆయతనమునకు 'చూషణగుణకము' అని పేరు. ఈ చూషణగుణకపువిలువ (వాయువుయొక్క ద్రావ్యత) నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్ వంటి శాశ్వతవాయువుల విషయములో చాలతక్కువ. నీటిలో వీటి గుణకము 0.02 - 0.05 మధ్యనుండును. తక్కినవాయువుల, తక్కిన ద్రవముల విషయములో ఈగుణకము తరచుగా ఒకటివరకు ఉండవచ్చును.

తాపక్రమము హెచ్చినకొలది ద్రవములో వాయువుయొక్క ద్రావ్యత తగ్గుచు ఉండును. జలద్రావణములో లీనమైన వాయువులు, వాటి ద్రావణములను మరిగించుటవలన పూర్తిగా బయటికి వెడలిపోవును.

ద్రవములలో ద్రవములు: నీటిలో ఆల్కహాల్ వలె కొన్నిపట్ల ఒకద్రవములో తక్కినద్రవములు మితిలేకుండ కలిసిపోగలవు. నీటిలో ఈతర్ వలె మరికొన్ని సందర్భములలో ఒకద్రవము ఇంకొక ద్రవములో చాలమితముగా లీనమగును. విలీనమగుమితికి మించి ద్రవమును చేర్చినప్పుడు ఆ ఎక్కువైనద్రవము మొదటిద్రవముతో కలియక మరొక పొరగా ఏర్పడును. ఈ రెండు పొరల పరస్పర స్థానములు వాటి తారతమ్యసాంద్రతనుపట్టి ఉండును, నీటిలో ఈతర్‌ను చేర్చినచో కొంచెము మాత్రము కరగి ఈతర్ నీటికన్న చాలతక్కువ సాంద్రత కలదగుటచే. నీటిపై ఇంకొక పొరగా ఏర్పడును. ఈతర్, నీరు కలయిక విషయములో భిన్నముగా అగుపడు రెండు పొరలలో క్రిందిపొర నీటిలో ఈతర్ ద్రావణము, మీది పొర ఈతర్‌లో నీటిద్రావణము అగును.

కొన్నిద్రవములపట్ల తక్కువతాపక్రమములో మితముగానున్న వాటి పరస్పరద్రావ్యత తాపక్రమము హెచ్చ

చేసినకొద్ది హెచ్చై ఒకనియత తాపక్రమమువద్ద రెండుద్రవములును నిశ్శేషముగా కలిసిపోవును. ఇదివరకు ద్విరూపముగాఉన్న విజాతీయస్థితి, ఏకరూపమై సజాతీయము అగును. ఫీనోల్, నీరు ఇట్టిద్రవములజంటకు ఉదాహరణము. సాధారణ తాపక్రమములో ఫీనోల్‌ను నీటికిగాని, లేదా నీటిని ఫీనోల్‌కుగాని చేర్చినచో అవి పరస్పరము ఒక దానిలో ఒకటి కొంచెముగా కరగి, నీటిలో ఫీనోల్, ఫీనోల్‌లో నీరు అను రెండు భిన్నజాతీయములగు ద్రావణములు ఏర్పడి రెండుపొరలుగా కనబడును. ఫీనోల్ నీటికన్న విశిష్టగురుత్వము ఎక్కువకలదగుటచే, ఫీనోల్ క్రిందికి, నీరుమీదికి పొరలుగా చేరును. ఇప్పుడు ఈవిజాతీయ వ్యవస్థను క్రమముగా వేడిచేసినచో 68.6° C వద్ద ఫీనోల్, నీటిమధ్యను ఇదివరకు మనకు అగపడుచున్న సరిహద్దుతలము అంతరించును. ఈఅంతరించుటకు కారణము68.8° C వద్ద నీరు, ఫీనోల్ పరస్పరము అమితముగా విలీనము చేసికొనుటయే. 68.8° C కు తక్కువగా ఈ వ్యవస్థను చల్లార్చినప్పుడు మరల రెండుపొరలు ఏర్పడును. పొరల మధ్యఉన్న వేరుపాటును చూపు తలము ఏ తాపక్రమము వద్ద అదృశ్యమగునో ఆతాపక్రమమునకు ‘ సందిగ్ధద్రావణ తాపక్రమము ’ అని పేరు.

తాపక్రమము తక్కువచేసినకొద్ది పరస్పరద్రావ్యత హెచ్చగు ద్రవములజంటలుకూడ కలవు. ట్రైఎతిల్ ఎమీన్‌ను నీటితో కలిపినపుడు సాధారణతాపక్రమములో రెండుపొరలుగా మిశ్రము తేరిపోవును. దీనిని ఇప్పుడు శీతలీకరించిన ఈద్రవముల పరస్పరద్రావ్యత క్రమముగా అధికమై 18.6° C వద్ద అవి పూర్తిగా కలిసిపోవును. అనగా ఇట్టిద్రవపుజతలకు సందిగ్ధద్రావణనిమ్న తాపక్రమ మున్నది.

కోలిడిన్, నీటి మిశ్రమునకు సాధారణతాపక్రమము పైన (210° C) ఒకటి, క్రింద (5.7° C) ఒకటి రెండు సందిగ్ధతాపక్రమములు కలవు.

ద్రవములలో ఘనములు : భౌతిక రాసాయనికుడు ఉపయోగించు ద్రావణవర్గములలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది ఈ వర్గము. ద్రావములలో కరుగునపుడు ఘనములు అతి సూక్ష్మవిభక్తస్థితిని చెందును. ఇట్టిదశలో అవి రాసాయనికపు మార్పు చెందుటకు చాల అనువైనస్థితిలో ఉండును. అందుచే ఈ ద్రావణములు రాసాయనికునికి మిక్కిలి ప్రధానమైనవి. ఇట్టి ద్రావణములు తక్కిన తరగతులకు చెందిన ద్రావణములకన్న పరిశోధనాగారములలో చాల ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నవి.

అన్నిఘనద్రవ్యములును అన్నిద్రవములలో విలీనము కావు. ద్రవ్యవిలీనత దాని స్వభావమును, ద్రావము యొక్క స్వభావమును పట్టి ఉండును. ఉప్పు, ·పంచదార నీటిలో కరుగును ; ఇసుక కరుగదు. ఉప్పు నూనెలో కరుగదు. అందువలన ద్రావ్యతాధర్మము చాలవిశిష్టమైనది. ఘనములు ద్రావములలో కరుగునపుడు వాటి ద్రావ్యత తాపక్రమముతో సాధారణముగా హెచ్చుచుండును. ఎక్కడో కొన్నిద్రవ్యములపట్ల తాపక్రమము హెచ్చినకొలది ద్రావ్యత తగ్గును ; కాల్సియమ్‌సిట్రేట్ లవణము అట్టిది. ఇట్టి దృష్టాంతములు చాలకొద్దిగా ఉన్నవి. ద్రావ్యత తాపక్రమముతో హెచ్చగుటయే సాధారణనియమము.

నియతద్రావములో ఏదేనిద్రావ్యము యొక్క ద్రావ్యతను క్రమముగా అధికమగుచున్న తాపక్రమములలో నిర్ణయించి, అది క్రమముగా హెచ్చగునని చూపవచ్చును. పొటాసియమ్‌నైట్రేట్ లవణమువిషయమున కావించబడిన అట్టి నిర్ధారణఫలములు క్రింది పట్టికలో కననగును.

| తాపక్రమము | 0°C | 10°C | 20°C | 30°C | 100°C |
|---|---|---|---|---|---|
| ద్రావ్యత 100 గ్రాములనీటిలో | 13.3 | 20.9 | 31.6 | 45.9 | 246 |

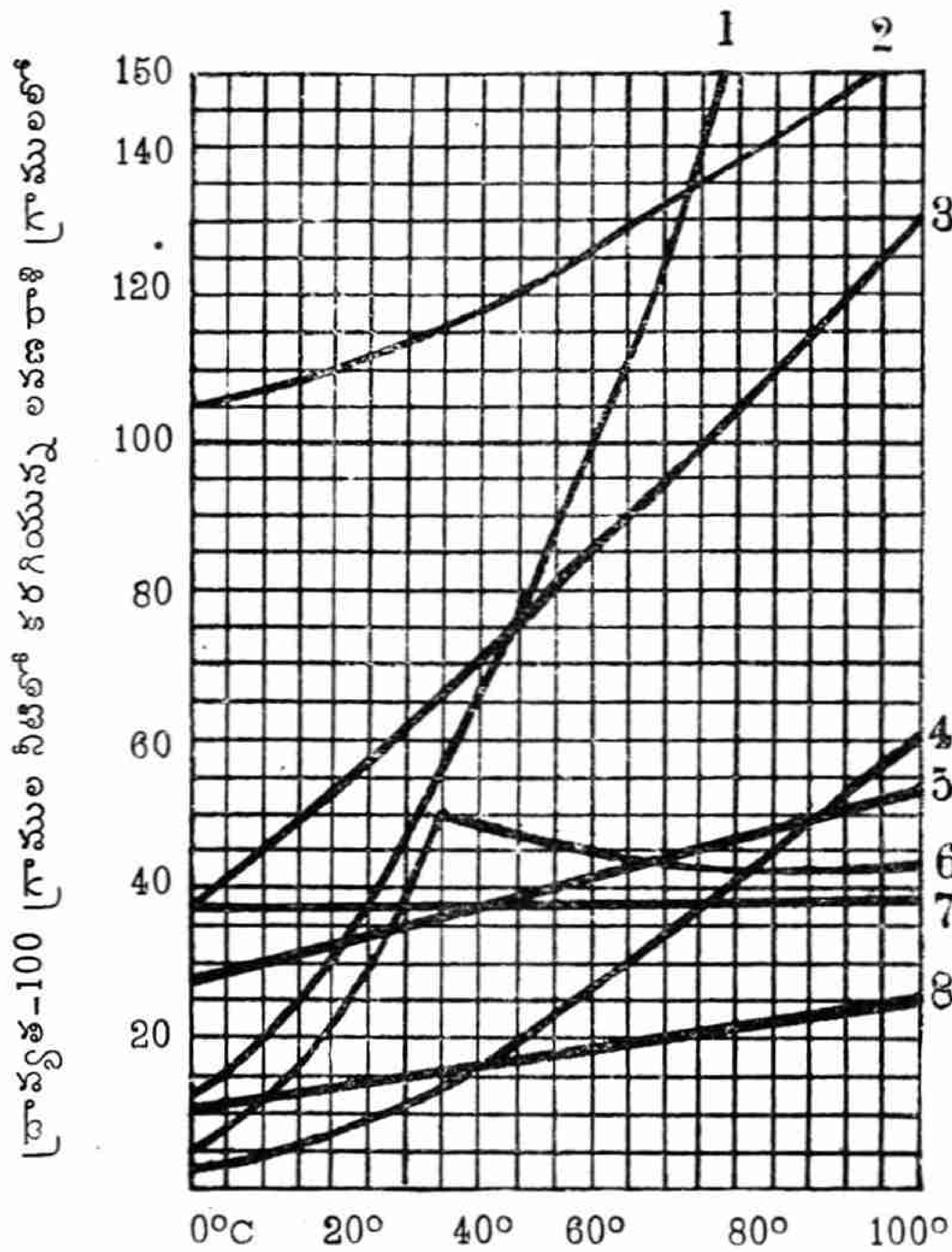
ఈ లవణము విషయములో ద్రావ్యత తాపక్రమముతో చాలచురుకుగా వృద్ధియగుట కనిపించుచున్నది. మామూలు ఉప్పు (సోడియమ్‌క్లోరైడ్)· యొక్క ద్రావ్యత తాపక్రమముతో ఎట్లు పెరుగునో పైపట్టికలో చూపిన ప్రయోగ ఫలములు సూచించును :

| తాపక్రమము | 0°C | 10°C | 20°C | 30°C | 40°C | 50°C | 60°C | 70°C | 80°C | 90°C | 100°C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ద్రావ్యత 100 గ్రాములనీటిలో | 35.6 | 35.7 | 35.8 | 36 | 36.3 | 36.7 | 37.1 | 37 5 | 38 | 38.5 | 39.1 |

ఈ లవణము విషయములో తాపక్రమముతో ద్రావ్యత చాల మందముగా పెరుగుట కనిపించుచున్నది. ఈ ప్రయోగఫలములను గ్రాఫ్ రూపముగా ప్రక్కపుటలో చూపినట్లు సిద్ధించును. ఆ గ్రాఫ్‌లో ఈ రెండులవణద్రావ్యతలే కాక మరికొన్ని లవణముల ద్రావ్యతలుకూడ కననగును.

ద్రవములలో ఘనద్రవ్యముల యొక్క ద్రావ్యత, ద్రావ్యము యొక్కయు, ద్రావము యొక్కయు స్వభా

వమునుపట్టి ఉండునని చెప్పిఉంటిమి. క్షారములు, ఆమ్లములు, కొన్నిలవణములు తప్ప తక్కినఅకర్బనయోగి




తాపక్రమము :

ద్రావ్యతారేఖలు

1. $KNO_3$ ; 3. $Pb(NO_3)_2$ ; 4. $KClO_3$ ;
5. KCl ; 6. $Na_2SO_4$ ; 7. NaCl ; 8. $K_2SO_4$.

కములు నీటిలో కరుగవు. చాల అకర్బనామ్లములు, వాటి ఆన్‌హైడ్రైడ్‌లు నీటిలో సులభముగా కరుగును. ఆల్కలీ ధాతువుల లవణములన్నియు (రెండు, మూడు తప్ప), అన్ని నైట్రైట్‌లు, నైట్రేట్‌లు, క్లోరేట్‌లు, మాంగనేట్‌లు, చాల ఆసిటేట్‌లు, క్లోరైడ్‌లు, బ్రోమైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు, తయోసల్ఫేట్‌లు, తయోసైనేట్‌లు నీటిలో కరుగును. లిథియమ్‌కార్బొనేట్, బేరియమ్, కాల్సియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్‌లు, కాల్సియమ్‌సల్ఫేట్, కాల్సియమ్‌క్రోమేట్ ఇవి సామాన్యముగా కరుగనిద్రవ్యములక్రింద పరిగణించబడుచున్నవి. ఈ లవణములను ద్రావణములనుండి తగు పద్ధతులను ఉపయోగించి అవక్షేపములుగా విడదీయవచ్చును. నిజముగా ఇవి అనుకొనినంత కరుగనిద్రవ్యములు కావు. అతిస్వల్పముగా నీటిలో కరుగును. మామూలు పద్ధతుల వల్లగాక, రాసాయనికపద్ధతులచే వీటిద్రావ్యతను నిర్ణయించవచ్చును.

మరికొన్నిద్రవ్యములు నిజముగా కరుగనివి కలవు. కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్, ఆక్సలేట్, ఫ్లోరైడ్, బేరియమ్ సల్ఫేట్, క్రోమేట్, లెడ్‌కార్బొనేట్, సల్ఫేట్, సిల్వర్ హేలైడ్‌లు అట్టి అద్రావ్యములు. ఇవియైనను బొత్తిగా కరుగకుండ నుండవు. వీటి ద్రావ్యతలను రాసాయనిక పద్ధతులచే నిర్ణయించుటకు వీలులేకపోయినను, భౌతిక రాసాయనికపద్ధతులను ఉపయోగించి నిర్ణయించవచ్చును. వీటి ద్రావ్యత $10^{-5}$ గ్రాము శ్రేణిలో ఉండును.

అకర్బనద్రవ్యములు సాధారణముగా కార్బన్ ద్రావములలో కరుగవు. కాని కొన్ని హేలైడ్‌లవణములు (కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్) ఆల్కహాల్‌లో కరుగును. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్, ఈతర్, క్లోరోఫార్మ్, బెన్జీన్ మొదలగు ద్రవములలో గంధకము, భాస్వరము, అయిడీన్‌వంటి అధాతుద్రవ్యములు - వీటి హేలైడ్‌లు కరుగును.

ఏదేని స్థిరతాపక్రమములో ద్రావమునకు అందులో కరుగు ద్రావ్యమును కొద్దికొద్దిగా చేర్చినచో మొదటచేర్చిన భాగములు సులభముగా కరగిపోవును. క్రమముగా కరుగుట మందగించి ఒకదశలో కలిపిన ద్రవ్యము కరుగకుండ పాత్రఅడుగునకు చేరును. ద్రావ్యమును విలీనము చేసికొనలేనిస్థితిలో ద్రావణమునకు సంతృప్త ద్రావణము అనిపేరు. అనగా క్రింద కొంతద్రావ్యము మిగిలియున్న స్థితిలోగాని ద్రావణము సంతృప్తమైనదని చెప్పుటకు వీలు లేదు. సంతృప్తస్థితిలోనున్న ద్రావణము ఘనస్థితిలో క్రింద ఉన్న ద్రావ్యముతో సమతాస్థితిలో ఉండును. అనగా సంతృప్తద్రావణము ఒక సమతాస్థితిని చేరుకొనిన వ్యవస్థ.

ఒక తాపక్రమములో తయారైన సంతృప్తద్రావణమును వేడిచేయుటవలన, అది అసంతృప్తద్రావణము అగును. అనగా మరికొంతద్రావ్యమును అది విలీనముచేసికొనగలదు. ఈ హెచ్చు తాపక్రమమువద్దకూడ ద్రావము విలీనము చేసుకోలేనంత ద్రావ్యమును కలిపినచో ఈ తాపక్రమము వద్ద ఇంకొకసంతృప్తద్రావణము ఏర్పడును. మీద తాపక్రమమువద్ద సంతృప్తముగా చేయబడిన ద్రావణమును కదపకుండ జాగ్రత్తగా క్రింది తాపక్రమమునకు చల్లార్చినచో క్రిందితాపక్రమమువద్ద ద్రావము విలీనము చేసికొనగల ద్రావ్యముకన్న హెచ్చుగాఉన్న ద్రావ్యము ద్రావణములో విలీనమైయుండును. ఇట్టి ద్రావణములకు 'అతిసంతృప్త (సూపర్ సాచురేటెడ్) ద్రావణము' అని పేరు. ఈ ద్రావణములు చాల అస్థిరములు; ద్రావణమును కదిపినగాని తరచినగాని, లేదా దానికొక ద్రావ్యస్ఫటిక లేశమును చేర్చినగాని హెచ్చుగా నున్న ద్రావ్యము ద్రావణము నుండి వేరగును.

అధికతాపక్రమములో ఏర్పడిన సంతృప్తద్రావణమును కదుపుచు మెల్లగా తక్కువతాపక్రమమునకు చల్లార్చినచో

తక్కువ తాపక్రమమువద్ద సంతృప్తద్రావణము ఏర్పడుటకు కావలసినదానికన్న ఎక్కువగాఉన్న ద్రావ్యము ద్రావణమునుండి స్ఫటికరూపమున బయటికి వచ్చును.

నియత తాపక్రమములో సంతృప్త ద్రావణములోఉన్న ద్రావ్యభారమునకు, ఆద్రావ్యపు 'ద్రావ్యత' అనిపేరు. ద్రావ్యతను, ద్రావ్యతాంకములలో నిరూపింతురు. నూరు గ్రాముల ద్రావములో కరిగియున్న ద్రావ్యభారము దాని ద్రావ్యతాంకమును తెలుపును. తాపక్రమముతో ద్రావ్యతమారు రేటు, ద్రావ్యస్వభావమును బట్టియు, ద్రావస్వభావమునుబట్టియు ఉండును.

ద్రవ్యములద్రావ్యత తాపక్రమముతో చాలమందముగ అభివృద్ధియగునప్పుడు కావలసినతాపక్రమములో దాని సంతృప్తద్రావణమును తయారుచేసి, ఆ వచ్చిన ద్రావణము యొక్క నియత భారమునుండి ద్రావమును వేడిచేయుట వలన బాష్పముగా వెడలగొట్టియో లేదా రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించియో ద్రావ్యతను నిర్ణయించవచ్చును. ద్రావ్యమును ద్రావమునకు చేర్చి ద్రావణమును గాజు కాడతో కలుపుచు మెల్లగా వేడిచేయవలెను. ఏ తాపక్రమములో ద్రావ్యత నిర్ణయించవలయునో, ఆ తాపక్రమముకన్న కొంచెము అధికమైన తాపక్రమములో సంతృప్తద్రావణమును తయారుచేయవలెను. తరువాత కావలసిన తాపక్రమమునకు చల్లార్చుచు బాగుగా తరచవలయును. హెచ్చుగాఉన్న ద్రావ్యమంతయు ద్రావణము నుండి బయటికివచ్చి క్రిందికి చేరుకొనినతరువాత, ద్రావణములో కొంతభాగమును పిప్పెట్టుతో జాగ్రత్తగా పీల్చి బాష్పీకరించవలసినచో బాష్పీకరణపాత్రలోను, లేదా రాసాయనికముగా నిర్ణయించవలసినచో మూతగల సీసాలోను గ్రహించవలయును. మొదటిపద్ధతిలో బాష్పీకరణ పాత్రను ద్రావణముతో తూచి, తరువాత ద్రావమును నిశ్శేషముగా బాష్పీకరించవలెను. మరి యొకమారు తూచినచో, ద్రావ్యముతోఉన్న పాత్రయొక్క భారము తెలియును. ఇందునుండి పూర్వమే విదితమైన పాత్రయొక్క భారమును తీసివేసిన ద్రావ్యము యొక్క భారము లభించును. ద్రావణముతోఉన్న పాత్రయొక్క భారము నుండి పాత్రభారమును తీసివేసిన ద్రావణముయొక్క భారము సిద్ధించును. ఇట్లు ద్రావ్యభారము, ద్రావణభారము నిర్ణయించినపిదప, ఇంతద్రావణములో ఇంత ద్రావ్యము ఉన్నదని తెలియును గనుక 100 గ్రాముల ద్రావణములో ఎంత ద్రావ్యము ఉన్నదో లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ లెక్కఫలమే ద్రావ్యము యొక్క ద్రావ్యత అగును.

ద్రావ్యముయొక్క ద్రావ్యత తాపక్రమముతో చురుకుగా మారునప్పుడు పై విధానమంత యథార్థఫలములను ఈయదు. అట్టిచో నియత ఆయతనముగల ద్రావములో నియతరాశి ద్రావ్యమును వేడిచేసి కరగించవలయును. తరువాత ద్రావణమును కుదుపుచు చల్లార్చవలయును. ద్రావణమునుండి స్ఫటికములు మొదట ఏతాపక్రమము వద్ద బయటికి వచ్చునో జాగ్రత్తగా నిర్ణయించవలెను. తెలిసిన సాంద్రతగల ఈ ద్రావణము ఈతాపక్రమమువద్ద సంతృప్తమై ఉన్నదని మనకు దీనివల్ల తెలియును. మరి కొంచెము నియతఆయతనముగల ద్రావమును ఈద్రావణమునకు చేర్చి ఏకరూపమైనద్రావణము లభ్యమగుదాక మరల వేడిచేయవలయును. దీని సంతృప్తతాపక్రమమును కూడ పైని చెప్పినట్లే నిర్ణయించవలయును. ఈ విధానమును అనేకసార్లు కావించుటవలన వివిధ తాపక్రమముల వద్ద వివిధ సంతృప్తద్రావణములు లభ్యమగును. ఈ ద్రావణములు అన్నియును తెలిసిన సంఘట్టనములు కలవియే గనుక వివిధ తాపక్రమములవద్ద ద్రావ్యము యొక్క ద్రావ్యతలను లెక్కకట్టవచ్చును.

ఘనవిలీన వాయువులు : కొన్ని ధాతువులలో కొన్ని వాయువులు విలీనమై ఘనవాయు ద్రావణము లేర్పడును. ప్లాటినమ్ ధాతువునందు, పెల్లేడియమ్ ధాతువునందు హైడ్రోజన్ విలీనమగును. ప్లాటినమ్ నందుకన్న పెల్లేడియమ్ ధాతువునందు హైడ్రోజన్ అతి ఆతృతతో విలీనమగును. ఒక ఆయతనము పెల్లేడియమ్ సాధారణ తాపక్రమమువద్ద 1100 ఆయతనముల హైడ్రోజన్‌ను గ్రహించగలదు. ప్లాటినమ్‌లోను పెల్లేడియమ్‌లోను హైడ్రోజన్ ద్రావ్యత తాపక్రమము హెచ్చించుటవలన తగ్గిపోవును. పెల్లేడియమ్ - హైడ్రోజన్ ద్రావణమును 120° C వరకు వేడిచేయుటవలన హైడ్రోజన్ నిశ్శేషముగా బయటికి పోవును. ఇట్లు బయటికి వచ్చిన వెంటనే హైడ్రోజన్ రాసాయనికముగా అతిచురుకుగా ఉండి మార్పులు త్వరితముగా జరుగును. సాధారణ తాపక్రమములోనే ఇది గంధకముతో సంయోగించి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ఏర్పడును. అట్టి హైడ్రోజన్‌ను 'ఆక్టివ్ హైడ్రోజన్' అందురు.

కొన్ని ధాతువులలో వాయువుల ద్రావ్యత తాపక్రమము హెచ్చినకొలది హెచ్చగును. తాపక్రమము హెచ్చగు కొలది వెండిలో ఆక్సిజన్ వాయువుయొక్క ద్రావ్యత హెచ్చగుచుండును. వెండి చల్లారుచున్నప్పుడు ఆక్సిజన్ బయటకు వచ్చివేయును.

ఘనవిలీన ద్రవములు : కొంచెము పాదరసద్రవము అధికరాశి జింకు ధాతువుతో రసమిశ్రముగా ఏర్పడును.

ఈ మిశ్రమము జింకులో కరిగిన పాదరసమిశ్రమము అని భావించవచ్చును. కొంత మితివరకు, అనగా సంతృప్త ద్రావణము లభ్యమగుదాక తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది జింకులో విలీనమగు పాదరసముయొక్క భారము హెచ్చగు చుండును.

ఘనములలో ఘనములు : ద్రవములవలె ఘనములు కూడ ఘనములయెడ ద్రావములుగా ఆచరించగలవు. ఈ విషయమును ఫాన్ట్‌హాఫ్ 1890 లో సూచించి, వాటికి 'ఘనద్రావణము' లని పేరిడెను. సాధారణముగా ద్రవద్రావణములను చల్లార్చి ఘనీకరించుటవలన ఘన ద్రావణములను తయారు చేయవచ్చును. బెన్జీన్ ద్రవములో అయిడీన్ కరగినచో ద్రవద్రావణము ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును శీతలీకరించినప్పుడు ఘనీభవనస్థితిలో బయటికివచ్చు స్ఫటికములు శుద్ధమైన బెన్జీన్ కావు; అవి అయిడీన్ - బెన్జీన్ మిశ్రముయొక్క సజాతీయ స్ఫటికములు.

సమరూప స్ఫటికముల మిశ్రస్ఫటికములనుకూడ ఘన ద్రావణములనియే భావించవచ్చును. ఉదాహరణమునకు పొటాసియమ్ - అల్యూమినియము, ఆలమ్ (మామూలుపటిక), పొటాసియమ్-క్రోమియమ్ ఆలమ్‌తో సమాన స్ఫటికరూపము కలది. ఈ రెండు ఆలమ్‌లును విలీనమైఉన్న ద్రావణమునుండి విడివడు స్ఫటికములు, రెండిటి మిశ్రములై ఉండును. ఖనిజములుగా దొరకు ఫెల్డ్ స్పార్ వంటి రాళ్ళుకూడ ఘనద్రావణములే. అనగా సృష్టిలో సందర్భానుసారముగ కొన్ని ఘనద్రావణములు ఏర్పడునని తెలియనగును.

పారిశ్రామికముగా ఘనద్రావణములు ముఖ్యముగా ధాతుమిశ్రముల రూపమున ఉపకరించుటచేత వాటిని మిక్కుటముగా తయారుచేయుచున్నారు. మే. వ. స.

**ద్రావణములు** - II : ఇందు అవిద్యుద్వాహక ద్రావణములు విరళీకృతద్రావణ సిద్ధాంతమును గూర్చి చర్చించ నగును. ఏదేని ద్రావమునందు ద్రావ్యము నొకదానిని కరగించి, ద్రావణముగా మార్చినచో, ద్రావణములో ఉన్న ద్రావముయొక్క ధర్మములన్నియు శుద్ధ ద్రావ ధర్మములకన్న చాల భిన్నముగా నుండును. ఉదాహరణమునకు - శుద్ధ ద్రావముకన్న ద్రావణము హెచ్చు తాపక్రమమువద్ద మరుగును. వాతావరణపు ప్రేషములో 100°C దగ్గర మరుగు నీటిలో పంచదారను కరగించినచో, ఆ ద్రావణము దాని ద్రావ్య సాంద్రతనుబట్టి 100°C పైనున్న తాపక్రమములో మరుగును. అట్లే ఆ పానకమును శీతలీకరించినచో, దాని నుండి నీరు గడ్డమంచుగా వేరగు తాపక్రమము శుద్ధజలమునుండి గడ్డమంచు వచ్చెడి తాపక్రమమునకు, అనగా 0° C కు క్రిందుగా ఉండును.

తాపక్రమము క్వథనాంకమునకు చాల దిగువఉన్న పరిస్థితులలోకూడ ద్రవద్రవ్యము దాని బాష్పమును పైకి పంపించుచు ఉండును. ఈ బాష్పము యొక్క ద్రవతలముపై కొంత ప్రేషమును కలుగజేయును. దీనికి ఆ ద్రవ బాష్ప ప్రేషము అని పేరు. ఇది ద్రవముయొక్క తాపక్రమమును పట్టి ఉండును. ద్రవమునందు ఏదేని ద్రావ్యమును కరగించిన వచ్చు ద్రావణముపై బాష్పప్రేషము నిజముగా ద్రావణముయొక్క బాష్పప్రేషము కాదు; ద్రావణములో ఉన్న ద్రావముయొక్క బాష్పప్రేషము. ఏ తాపక్రమము వద్దనైన ఇది శుద్ధద్రవబాష్పప్రేషము కన్న తగ్గి ఉండును. ఈ తగ్గుదలకు బాష్పప్రేష నిమ్ననము అని పేరు.

ఈ పైని వివరించిన వన్నియు సులభముగా బోధపడు ధర్మములలోని మార్పులు. ద్రావణములో ఉండు ద్రావమును చొరనిచ్చునట్టియు, ద్రావ్యమును చొరనీయనట్టియు గుణముకల పొర (అర్ధప్రవేశ్యత్వచము)ను ఒక దానిని ద్రావణమునకును, శుద్ధ ద్రావమునకును మధ్య ఉంచినచో ద్రావణములోనికి ద్రావము ప్రవేశించి ద్రావణమును అత్యంత విలీనముగా (పల్చనగా) ఒనర్చును. ద్రావణమువైపు అర్ధప్రవేశ్యత్వచముగుండా ద్రావము ప్రవహించుటకు 'ద్రవాభిసరణము (ఆస్మోసిస్)' అని పేరు. ద్రవాభిసరణ ఫలముగా ద్రావణమువైపు త్వచముపై ఒక విధమైన ఒత్తిడి ఏర్పడును. దీనికే ద్రవాభిసరణ ప్రేషమని పేరు. ద్రావణముల ద్రవాభిసరణ ప్రేష ధర్మము ద్రావణము నుండి శుద్ధద్రావమును వేరుచేయు పొర లేనిది అభివ్యక్తము కాదు.

ఈ ద్రావణ ధర్మములన్నియు ఒకదానితో ఒకటి సంబంధించి ఉన్నవి. వాటిమధ్య సంబంధములను సమీకరణములచే సూచించవచ్చును. ఇట్టి సంబంధముండుటకు కారణము ఈ ధర్మము లన్నియు ద్రావణములోని ద్రావ్యాణు సాంద్రతనుపట్టి ఉండుటయే. ఇట్టి పరస్పర సంబంధములు గల భౌతిక ధర్మములకు అనుస్యూత ధర్మములని పేరు.

క్వథనాంకోన్నతి : ద్రావణముల క్వథనాంకపరీక్షవలన తేలిన నియమములు మూడు ఉన్నవి: 1. ద్రావణ క్వథనాంకము ద్రావ్యక్వథనాంకముకన్న ఎక్కువ; 2. క్వథనాంకముయొక్క ఉన్నతి ద్రావణములో ద్రావ్యము యొక్క అణుసాంద్రతను పట్టి ఉండును; 3. ఏదేని ద్రావమును వెయ్యేసి గ్రాములు తీసికొని దానియందు ప్రత్యేకముగా వేర్వేరు ద్రావ్యముల సమాన సంఖ్యాణు

భారములను కరగించగా వచ్చిన ద్రావణములు అన్నియు ఒకే క్వథనాంకోన్నతిని చూపును. ఈ చివర నియమము నుండి ఇంకొక నిర్వచనమును సాధించవచ్చును.

ఒకే ద్రావములో భిన్న ద్రావ్యముల సమఅణు ద్రావణములు ఒకే క్వథనాంకోన్నతిని కనపరచును.

1000 గ్రాముల ద్రావములో ఒక అణుభారము ద్రావ్యమును కరగించగా వచ్చిన ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతికి అణుక్వథనాంకోన్నతి అని పేరు. దీనిని K అను అక్షరముచే గుర్తించుట పరిపాటి.

అణుక్వథనాంకోన్నతి అయిన K అను స్థిరాంకము యొక్క విలువ ద్రావముయొక్క స్వభావమునుపట్టి ఉండును. దిగువపట్టికలో కొన్ని ద్రావములయొక్క అణుక్వథనాంకోన్నతులు చూపబడినవి :

| ద్రావము | క్వథనాంకము °C | అణుక్వథనాంకోన్నతి K |
|---|---|---|
| నీరు | 100.0° | 0.515 |
| ఎతిల్ ఆల్కహాల్ | 78.4° | 1.2 |
| బెన్జీన్ | 80.4° | 2.57 |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్ | 117.9° | 3.07 |
| క్లోరోఫార్మ్ | 61.2° | 3.88 |

అణుక్వథనాంకోన్నతి (K)ని నిర్ణయించుటకు ప్రయోగ పద్ధతి, సిద్ధాంతపద్ధతి అని రెండుపద్ధతులు ఉన్నవి. (మొదటి దానికి, చూ. అణుభార నిర్ణయము - పు. 126) రెండవ పద్ధతి వాన్ట్‌హాఫ్ ద్రావణసిద్ధాంతమునుండి శక్తిశాస్త్ర నియమములను అనుసరించి స్థాపితమైనది. దీని ఫలితము తోనే మనకు ఇక్కడ ప్రసక్తి. ద్రావముయొక్క గుప్త బాష్పీకరణోష్ణత తెలిసినచో $K = 0.002T^2/l$ అను సమీకరణముచే K ను లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ సమీకరణములో T అనునది పరమమానములో ద్రావముయొక్క క్వథనాంకము; $l$ అనునది ఒక గ్రాము ద్రవ్యరాశికి సంబంధించిన గుప్తబాష్పీకరణోష్ణత.

ప్రయోగపద్ధతి : ఏదేని ద్రావముయొక్క క్వథనాంకము E అనియు $l$ గ్రాముల ద్రావములో S గ్రాముల ద్రావ్యమును కరగించగావచ్చిన ద్రావణము యొక్క క్వథనాంకము $E_1$ అనియు అనుకొందము.

$E_1 - E = \Delta E$ క్వథనాంకోన్నతి.

$l$ గ్రాముల ద్రావములో S గ్రాముల ద్రావ్యముఉన్నపుడు ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి $\Delta E$.

క్వథనాంకోన్నతి ద్రావ్యసాంద్రతనుపట్టి ఉండును కనుక $l$ గ్రాముల ద్రావములో 1 గ్రాము ద్రావ్యముగల ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి $\Delta E/S$ అగును. ఒక గ్రాము ద్రావములో M (అణుభారము) గ్రాముల ద్రావ్యముగల ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి $\frac{\Delta E}{S} \times M$ అగును.

ద్రావణమునందున్న ద్రావరాశి తక్కువగుకొలది ద్రావ్యపు అణుసాంద్రత ఎక్కువగును కనుక చిక్కని ద్రావణముల క్వథనాంకోన్నతి పల్చని ద్రావణముల దాని కన్న చాల ఎక్కువగా కుండును. అందువలన ఒక గ్రాము ద్రావములో M గ్రాముల ద్రావ్యముగల ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి $\frac{\Delta E}{S} \times M \times l$ అగును. 1,000 గ్రాముల ద్రావ్యము ఉన్నపుడు ద్రావణముయొక్క క్వథనాంకోన్నతి $= \frac{\Delta E \times M \times l}{S \times 1,000}$ అగును. పైని పొందుపరచిన అణుక్వథనాంకోన్నతి నిర్వచన ప్రకారము $\frac{\Delta E}{S} \times \frac{M \times l}{1,000}$ అను గుణ్యము Kకు సమానమగును.

$$\therefore K = \frac{\Delta E \times M \times l}{S \times 1,000}$$

K ను నిర్ణయించుటకు M తెలియవలెను. తక్కిన $\Delta E$, $l$, S అను రాసులలో $\Delta E$ ప్రయోగములవలనను, $l$, Sలు తీసికొనిన ద్రావద్రావ్య సంచయముల తూకమువలనను తెలియును. కనుక తెలిసిన అణుభారము (M)గల ద్రావ్యమును ఉపయోగించి ఏదేని ద్రావముయొక్క K ను పై సమీకరణముచే నిర్ణయించవచ్చును.

ఒకసారి ఒక ద్రావముయొక్క Kను ఇట్లు నిర్ణయించిన తరువాత అందులో కరుగు ఏ ద్రావ్యముయొక్క అణుభారము నైనను మరల ఆ సమీకరణముచేతనే నిర్ణయించవచ్చును :

ఎట్లన $K = \frac{\Delta E \times M \times l}{S \times 1,000}$ అను సమీకరణమును 'M' కొరకు సాధించిన $M = \frac{K \times 1,000 \times S}{\Delta E \times l}$ అగును.

హిమాంకావనతి : ద్రావణముల హిమాంకావనతి పరిశోధన వలన తేలిన నియమములు మూడు ఉన్నవి : 1. ద్రావణముయొక్క హిమాంకము, ద్రావహిమాంకము కన్న తక్కువగా ఉండును. 2. ద్రావణముయొక్క హిమాంకావనతి ద్రావ్యముయొక్క అణుసాంద్రతనుపట్టి ఉండును. 3. ఏదేని ద్రావమును వెయ్యేసి గ్రాములు తీసికొని, వాటియందు ప్రత్యేకముగా వేర్వేరు ద్రావ్యముల సమానాంక అణుభారములను కరగించగా వచ్చిన ద్రావ

ణములు అన్నియు ఒకే హిమాంకావనతిని చూపును. ఈ చివర నియమమునుండి, మనము ఇంకొక నిర్వచనమును సాధించవచ్చును. ఒకే ద్రావములో భిన్నద్రావ్యముల సమఅణుద్రావణములు ఒకే హిమాంకావనతిని కనపరచును.

1000 గ్రాముల ద్రావములో ఒక అణుభారము ద్రావ్యమును కరగించగా వచ్చిన ద్రావణము యొక్క హిమాంకావనతికి అణుహిమాంకావనతి అని పేరు. దీనిని K′ చే గుర్తించుట పరిపాటి. K′ అనునది కేవలము ద్రావస్వభావమును పట్టియే ఉండును.

క్రింద కొన్ని ద్రావముల అణుహిమాంకావనతులు చూపబడి ఉన్నవి.

| ద్రావము | హిమాంకము C | అణుహిమాంకావనతి K′ |
|---|---|---|
| నీరు | 0° | 1.86 |
| బెన్జీన్ | 5.4° | 5 10 |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్ | 16.7° | 3.90 |
| నిర్జలసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ | 10.4° | 7.00 |
| ఫినోల్ | 42.5° | 7.27 |

అణుక్వథనాంకోన్నతిని ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించుటకు ఎట్లు సమీకరణమును సాధించితిమో అట్లే అణుహిమాంకావనతికిని సమీకరణమును సాధించవచ్చును. తెలిసిన అణుభారము (M)గల ద్రావ్యము యొక్క నియత భారము S గ్రాములను, ద్రావపునియత భారము $l$ గ్రాములలో కరగించి ఆ వచ్చిన ద్రావణము యొక్క హిమాంకమును నిర్ణయించవచ్చును. దీనిని శుద్ధద్రావము యొక్క హిమాంకమునుండి తీసివేసిన ΔF (హిమాంకావనతి) సిద్ధించును.

అణుక్వథనాంకోన్నతిని లెక్కించు సందర్భమున, నిరూపించబడిన సమాలోచన సరణిని ఉపయోగించి, ΔE స్థానమున ΔF ను పెట్టి అదేక్రమమున $K' = \frac{\Delta F \times M \times l}{1000 \times S}$ అను సమీకరణమును సాధించవచ్చును ఈ సమీకరణమును మరల M కొరకై సాధించిన, $M = \frac{K' \times 1000 \times S}{\Delta F \times l}$ అని లభ్యమగును. M తెలిసిన K′ ను, K′ తెలిసిన M ను. ప్రయోగముచే తెలుసుకొని గణించవచ్చును.

బాష్పప్రేషనిమ్నసము : ద్రావములో ఏదేని ద్రావ్యమును కరగించినచో ఆ ద్రావము యొక్క బాష్పప్రేషమునందు మార్పు కనబడును. కరగించినద్రావ్యము బాష్పశీలము కాకున్న పరిస్థితులలో శుద్ధ ద్రావబాష్పప్రేషముకన్న ద్రావణము యొక్క బాష్పప్రేషము, అనగా ద్రావణములోని ద్రావము యొక్క బాష్పప్రేషము తగ్గి ఉండును. ఈ తగ్గింపు ద్రావ్యాణు సాంద్రతనుపట్టి ఉండును. శుద్ధద్రావము యొక్క బాష్పప్రేషము $p_0$ యును, ద్రావణము యొక్క బాష్పప్రేషము p యును అయినచో బాష్పప్రేషములో తగ్గుదల అనగా బాష్ప ప్రేషనిమ్నసము $p_0 - p$ అగును.

ద్రావణముల బాష్పప్రేషమును గురించిన నియమమునకు 'రౌల్టునియమము' అని పేరు. దీనిని క్రింది విధమున నిర్వచించవచ్చును.

బాష్పప్రేషములోని తగ్గింపునకును, శుద్ధద్రావబాష్పప్రేషమునకునుగల నిష్పత్తి, ద్రావణమందు ద్రావ్యము యొక్క అణుభిన్నాంకమునకు సమానము.

అణుభిన్నాంకము అన ఏమో ఇదివరకే ద్రావణ వర్గీకరణ సందర్భమున వివరించిఉంటిమి. ఆ వివరణ ప్రకారము ద్రావణములో n అణుభారముల ద్రావ్యము, N అణుభారముల ద్రావము ఉన్నచో ద్రావ్యము యొక్క అణుభిన్నాంకము $= \frac{n}{n+N}$ అగును.

అందువలన రౌల్టు నియమమును క్రింది సమీకరణముచే తెలియచేయ వచ్చును :

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{n+N}$$

$\frac{p_0 - p}{p_0}$ అను నిష్పత్తికి, అనగా బాష్పప్రేషములోని తగ్గింపును శుద్ధద్రావ బాష్పప్రేషముతో భాగించిన వచ్చు ఫలితమునకు సాపేక్షబాష్ప ప్రేషనిమ్నసము అని పేరు. ఈ సంకేతమును ఉపయోగించి రౌల్టునియమమును ఇంకొక విధముగా తెలియపరచవచ్చును.

ద్రావణము యొక్క సాపేక్షబాష్పప్రేష నిమ్నసము, ద్రావ్యము యొక్క అణుభిన్నాంకమునకు సమమగును :

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{n+N}$$

పై సమీకరణములో n, Nలను మరల g/m, G/M అని క్రమముగా వ్రాసిన $\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{g/m}{g/m + G/M}$ అని లభ్యము అగును. ఈ సమీకరణమునుండి m ను సాధించిన,

$$m = M\frac{gp}{(p_0 - p)\ G}$$ అని సిద్ధించును.

ఇందు $p_0$, p లు ప్రయోగమువలన లభ్యము అగును. g, G లు గ్రాములలో ద్రావ్య, ద్రావముల యొక్క భార

ములు. ద్రావము యొక్క అణుభారమును పై సమీకరణమువలన లెక్కించవచ్చును. ఇచ్చట M అనునది బాష్పస్థితిలో ద్రావము యొక్క అణుభారము. అందుచే ఈ సమీకరణము M ను నిర్ణయించుటకు ఉపయోగపడదు.

ద్రవాభిసరణప్రేషము : జంతువుల (ముఖ్యముగా పంది) యొక్క మూత్రపుసంచిలో పంచదార ద్రావణమును పోసి మూతిని దారముతో బిగించి మంచినీటిలో ఉంచిన, కొంత సేపటికి సంచి ఉబ్బి ఒకప్పుడు ప్రేలిపోవుట కూడ తటస్థించును. పైనుంచి మంచినీరు సంచిలోనికి ప్రవేశించుటయే ఈ సంచి ఉబ్బుటకు కారణము. మూత్రపుసంచి పొరలో చాల సూక్ష్మరంధ్రములు ఉన్నవి. ఆ రంధ్రముల గుండా బయటనున్న మంచినీటిలోనికి లోనున్న పంచదార చొరలేదు. కాని బయటఉన్న నీరు సంచి పొర గుండా లోపలికి పోగలదు. ఇట్టి పొరద్వారా నీరు ద్రావణములోనికి ప్రవేశించుటకు 'ద్రవాభిసరణము' అని పేరు.

ఇట్టి పొరలు జంతు శరీరములలోను వృక్ష శరీరములలోను చాలచోట్ల కలవు. జంతువుల జీర్ణకోశము యొక్క భాగములగు పెద్దప్రేగు, చిన్నప్రేగు ఇట్టి పొరలు కలవియే.

ఇట్టి పొరలను కృత్రిమముగా కొన్ని అవక్షేపములతో తయారు చేయవచ్చును. లెడ్ సిలికేట్, లెడ్ టానేట్, కాపర్ ఫెర్రోసైనేడ్ అవక్షేపములు ఉచితరీతిని తయారు చేసినపుడు అర్ధప్రవేశ్య పొరలుగా పనిచేయగలవు. అట్టి పొరను ఒకదానిని మట్టిపాత్రకు ఉండు సన్నని రంధ్రములను కాపర్ ఫెర్రోసైనేడ్ అవక్షేపముతో కప్పివేసి 'ప్ఫెఫర్' అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ద్రవాభిసరణమును గురించి చేసిన పరిశోధనలను చేసెను. ప్ఫెఫర్ యొక్క ప్రయోగఫలితములను ఉపయోగించి ఫాన్ట్ హాఫ్ ద్రవాభిసరణప్రేష భావమును కల్పించి, విలీనద్రావణ సిద్ధాంతమును వివరించెను.

ఏదేని ద్రవ్యరాశి వాయుస్థితిని పొంది, ద్రావణాయతనమునకు సమమగు ఆయతనములో ఎంత వాయుప్రేషమును కలుగజేయునో, ద్రావణమందు అంతే ద్రవాభిసరణప్రేషమును చూపునని, ఫాన్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతము యొక్క ముఖ్యాంశము. $pv = nRT$ అను వాయు సమీకరణము (చూ. వాయువులు) వాయుప్రవర్తన ఎట్లు సంగ్రహముగా నిరూపించునో, అట్లే $PV = nRT$ అను ద్రావణముల విషయమై ఫాన్ట్ హాఫ్ స్థాపించిన ద్రావణ సమీకరణము ద్రావణముల ప్రవర్తనను సంగ్రహముగా నిరూపించును.

వాయుసమీకరణమును వాయువుల అణుభారములను నిర్ణయించుటకు ఎట్లు ఉపయోగించవచ్చునో, అట్లే ద్రావణ సమీకరణములను ద్రావణమందున్న ద్రావ్యము యొక్క అణుభారమును నిర్ణయించుటకు వీలగును.

$PV = nRT$; ఇచ్చట P ద్రవాభిసరణప్రేషము, V ద్రావణాయతనము, R ద్రావణస్థిరాంకము, T పరమమానములో తాపక్రమము. ద్రావణములో విలీనమైయున్న ద్రావ్యము యొక్క అణుభారముల సంఖ్య (n), గ్రాములలో ఉన్న ద్రవ్యరాశిని ద్రావ్యము యొక్క అణుభారముచే భాగించినచో లభ్యమగును.

$n = g/M$ అను ఈ n మూల్యమును పై సమీకరణములో జొన్పినచో $PV = \frac{g}{M} RT$ అనియు, దీనినుండి $M = gRT/PV$ అనియు సిద్ధించును.

ఉదా: 0·6 గ్రా. యూరియా 100 ఘ. సెం.మీ. జలద్రావణములో 20°C వద్ద 2·4 వాతావరణ ద్రవాభిసరణప్రేషమును కలుగ చేయును. ఈ ప్రయోగఫలితముల నుండి పై సమీకరణమును ఉపయోగించి యూరియా యొక్క అణుభారమును నిర్ణయించవచ్చును. ఇచ్చట M = యూరియా అణుభారము, R = ద్రావణ సమీకరణస్థిరాంకము (0·082 లీటరు-వాతావరణములు); T = పరమమానములో తాపక్రమము (273 + 20 = 293); P = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము (2·4 వాతావరణములు); V = ద్రావణ ఆయతనము (100 ఘ.సెం.మీ. లేదా 100/1000 = 0·1 లీటరు)

$$\text{కనుక } M = \frac{0{\cdot}6 \times 0{\cdot}82 \times 293}{2{\cdot}4 \times 0{\cdot}1} = 60{\cdot}4 \text{ గ్రాములు.}$$

ఈ ద్రావణ ధర్మములు అన్నియు ఒకదానితో ఒకటి సంబంధము కలిగిఉన్నవని చెప్పిఉంటిమి. ఈ సంబంధము ఉండుట వలన పైని నిరూపించిన నాలుగువిధములగు ధర్మములలో దేని పరిమాణమైన తెలిసినచో సంబంధ సమీకరణములచే తక్కినవాటిని లెక్కకట్ట వచ్చును. ఈ సంబంధ సమీకరణములు ఫాన్ట్ హాఫ్ సిద్ధాంతముచే సాధించబడినవి. ఆ సమీకరణములు మాత్రము ఇక్కడ వాటికిగల పరస్పర సంబంధములతో తెలుపబడినవి.

ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు, బాష్పప్రేషనిమ్నమునకు గల సంబంధము :

$$P = \frac{p_0 - p}{p} \times \frac{SRT}{M}$$

ఇక్కడ P = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము; $p_0$ = శుద్ధద్రావణ బాష్పప్రేషము; p = ద్రావణబాష్పప్రేషము; S = ద్రావణపు విశిష్టగురుత్వము; M = ద్రావపు అణుభారము; T = పరమమానములో తాపక్రమము.

ద్రవాభిసరణ ప్రేషమునకు, క్వథనాంకోన్నతి గల సంబంధము :

$$P = \frac{\Delta T}{T} \times \frac{1000 \times S}{l_v}$$

ఇక్కడ P = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము; ΔT = క్వథనాంకోన్నతి; T = శుద్ధద్రావ్య క్వథనాంకము; S = క్వథనాంకమువద్ద ద్రావపు విశిష్టగురుత్వము ; $l_v$ = ఒక గ్రాము ద్రావమును బాష్పీకరించుటకు కావలసిన ఉష్ణత - కేలోరీలలో (బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత). ఇట్టి సమీకరణమే ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు, హిమాంకావనతికికూడ కలదు.

$$P = \frac{\Delta T}{T} \times \frac{1000 \times S}{l_f}$$

ఇక్కడ p = ద్రవాభిసరణ ప్రేషము ; ΔT = ద్రావణము యొక్క హిమాంకావనతి ; T = ద్రావము యొక్క హిమాంకము, లేదా ఘనీభవనతాపక్రమము ; S = ఘనీభవన తాపక్రమమువద్ద ద్రావము యొక్క విశిష్ట గురుత్వము ; $l_f$ = ఒక గ్రాము ద్రావము ఘనీభవించు నపుడు బహిర్గత మగు ఉష్ణత (ఘనీభవన గుప్తోష్ణత) కేలోరీలలో.

మే. వ. న.

**ద్విధ్రువమోమెంట్** : ద్విధ్రువ మనగా, రెండు విరుద్ధస్వభావములు గల కొనలు కలిగినది. ఆ విరుద్ధ స్వభావము విద్యుదావేశమైనపుడు అట్టి ద్విధ్రువమునకు ఇ × డి (అనగా, ఆవేశము × మధ్యదూరము) అను గుణ్యఫలమునకు సమానమైన ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ ఉండును. ఒక ద్రవ్యము యొక్క అణువులో ఋణవిద్యుత్ భాగము ధనవిద్యుత్ భాగము ఉండును. అణువులోని సౌష్ఠవమునుబట్టి ఆ రెండు భాగముల కేంద్రములు ఒకే చోట కలియవచ్చును. అలాగయినట్లయితే ఆ అణువునకు మొత్తముమీద ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ ఏమియుఉండదు. లేదా, అణువులోని వేరు వేరుకణముల ఏర్పాటులో తగు సౌష్ఠవము లేకపోవడము మూలమున దాని ధన, ఋణ విద్యుత్ భాగముల కేంద్రములు కొంత దూరములో ఉండవచ్చును. అలాగయినచో ఆ అణువును ఒక 'డైపోల్'తో పోల్చవచ్చును. దానికి ఉన్న ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ నే దాని యొక్క 'డైపోల్' మోమెంట్ అందురు. కొన్ని అణువులకు డైపోల్ మోమెంట్లు ఉండవు. మిగతా వానిలో వేరువేరు అణువులు వేరువేరు డైపోల్ మోమెంట్లను కలిగిఉండును.

డైపోల్ మోమెంట్ ను కలిగిఉన్న ద్రవ్యముమీద విద్యుత్ క్షేత్రము ఆరోపితమైనప్పుడు దాని అణువుల విద్యుదక్షములు, విద్యుత్ క్షేత్రపు దిక్కునకు తిరుగుప్రయత్నముతో ద్రవ్యమునకు మొత్తముమీద కొంత ఎలక్ట్రిక్ మోమెంట్ ను కలుగజేయును. దానిని లెక్కలోనికి తీసికొని డీబై శాస్త్రజ్ఞుడు డైఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకమునకు, ఇతర గుణములకు, డైపోల్ మోమెంట్ నకు గల సంబంధమును కనుగొన్నాడు. (చూ. పారవిద్యుతికములు). వాయుస్థితిలో ఉన్న ద్రవ్యము యొక్క డై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకమును వేరువేరు తాపక్రమములవద్ద కనుగొనుట వలనగాని, లేదా, దాని డై ఎలక్ట్రిక్ స్థిరాంకముతో బాటు వక్రీభవనగుణకమును కనుగొనుటవలనగాని ఆ ద్రవ్యములోనిఅణువుల డైపోల్ మోమెంటును లెక్కకట్టవచ్చును. ఓన్ సాగర్ మొదలగువారు కనుగొనిన సంబంధముల ఉపయోగించి (ద్రవస్థితిలోఉన్న) ద్రవ్యముమీద చేసిన ప్రయోగముల మూలముగా డైపోల్ మోమెంట్ ను కట్టవచ్చును. లేదా, ఒక ద్రవ్యమును డైపోల్ అణువులులేని ద్రవ ద్రవ్యములో ద్రావణముగా తయారుచేసి, దానిగుణములు నిర్ణయించుట వలన డైపోల్ మోమెంట్ ను కనుగొనవచ్చును.

| అణువు లేదా అణుసమూహము | డైపోల్ మోమెంట్ × $10^{18}$ |
|---|---|
| ఆర్గాన్ | 0 |
| ఆక్సిజన్ | 0 |
| కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ | 0 |
| హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ | 1·03 |
| నీరు | 1·85 |
| సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ | 1·61 |
| కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్ | 0 |
| క్లోరోఫార్మ్ | 1·05 |
| మీథేన్ | 0 |
| మెథిల్ ఆల్కహాల్ | 1·68 |
| నైట్రోబెన్జీన్ | 3·9 |
| కా — కా. రెండు కార్బన్ పరమాణువుల గుత్తి | 0 |
| కా — అ (కార్బన్ అయిడిన్ లు) | 1·29 |
| కా = నై (కార్బన్ నైట్రోజన్ లు) | 0·9 |
| కా ≡ నై (కార్బన్ నైట్రోజన్ లు) | 3·6 |

అణువు యొక్క నిర్మాణమునకును, డైపోల్ మోమెంట్ నకును సన్నిహితసంబంధ మున్నది.అందువలన అణునిర్మాణ చర్చలలో ఈ డైపోల్ మోమెంట్లు ఉపయోగపడుచున్నవి. పరమాణువులరచనలో సౌష్ఠవముఉన్న అణువులన్నిటికి డైపోల్ మోమెంట్ సున్న. ఉదాహరణమునకు, నైట్రోజన్, కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్, మీథేన్ మొద

అగునవి. రచనలో సౌష్ఠవములేని అణువులకే డైపోల్ మోమెంట్‌లు ఉన్నవి.

పరమాణువుల మధ్య బంధము ఎలక్ట్రోవేలెంట్ రకమైతే డైపోల్ మోమెంట్ ఎక్కువగా నుండునని, కోవేలెంట్ రకమైతే తక్కువగా నుండునని తెలియుచున్నది. కనుక, ఒక అణువుయొక్క డైపోల్ మోమెంట్ వలన దాని పరమాణువులబంధము ఎటువంటిదో తెలిసికొనవచ్చును.

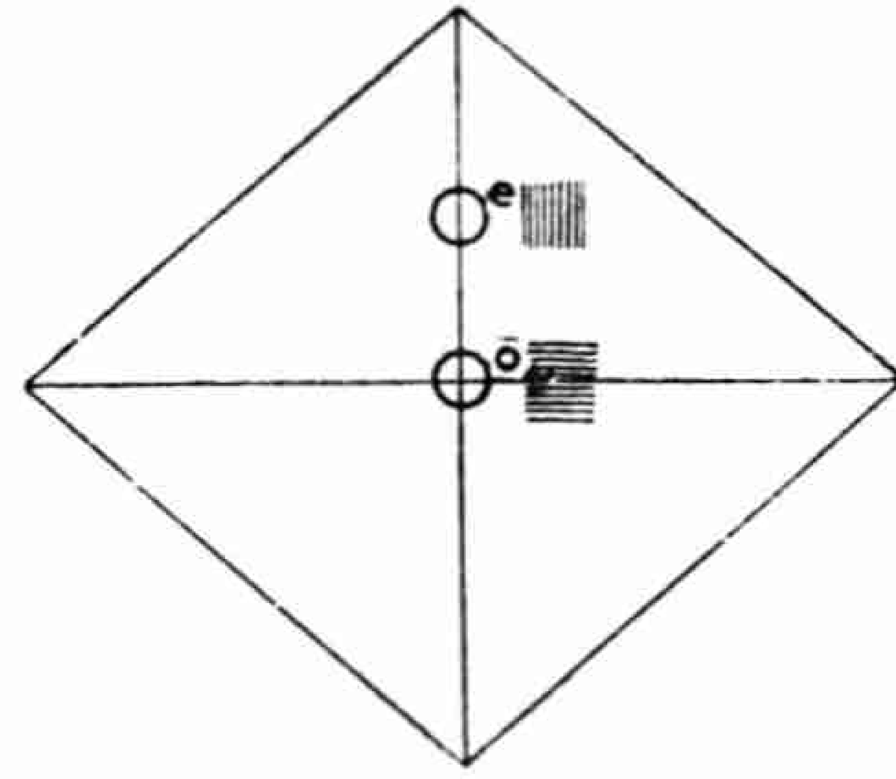
అణువులమోమెంట్‌లనుండి వానిలో వచ్చు వేరువేరు పరమాణుకూటముల మోమెంట్‌లను నిర్ణయించిరి. ఒకఅణువులోని వేరువేరుపరమాణుకూటముల మోమెంట్‌లనుండి దాని మొత్తము డైపోల్ మోమెంట్‌ను కనుగొనునప్పుడు వాని పరిమాణములనేకాక, వాని సాపేక్ష సన్నివేశములనుకూడ గుర్తించవచ్చును. ఇదిగాక, నిర్మాణ విషయములు పూర్తిగ తెలియని అణువులలో పరమాణు కూటములు ఒకదానికొకటి ఏకోణములలో ఏలాగున ఏర్పడినవో తెలిసికొనుటకు డైపోల్ మోమెంట్ ఉపయోగపడును. డైపోల్ మోమెంట్ పరిశీలనవలన కొన్ని కొన్ని అణువులలో అంతర్భాగములు భ్రమణముచేయుననియు, ఆ భ్రమణపరిమితి తాపక్రమమునుబట్టి ఉండుననియు తెలిసినది. ఇట్లు అణునిర్మాణవిషయములను విపులముగ తెలిసికొనుటకు డైపోల్ మోమెంట్ ఉపకరించుచున్నది. డి. ఏ. ఏ. ఎస్. నా.

**ద్వివక్రీభవనము :** 1 వ చిత్రములో 'రిఫ్రాక్షన్' అను అచ్చుఅక్షరములపై ఐస్‌లాండ్‌స్పార్ (కాల్ సైట్) స్ఫటికమును ఒకదానిని పెట్టి, స్ఫటికముగుండ చూచిన, తిన్నగా స్ఫటికము క్రిందనున్న అక్షరములెట్లు ఎగుడు దిగుడుగా రెండేసిక న్పట్టుచున్నవో చూడనగును. స్ఫటికమును చొచ్చుకిరణము రెండుగా చీలుటచే ఈ దృశ్యము కన్పట్టినది.

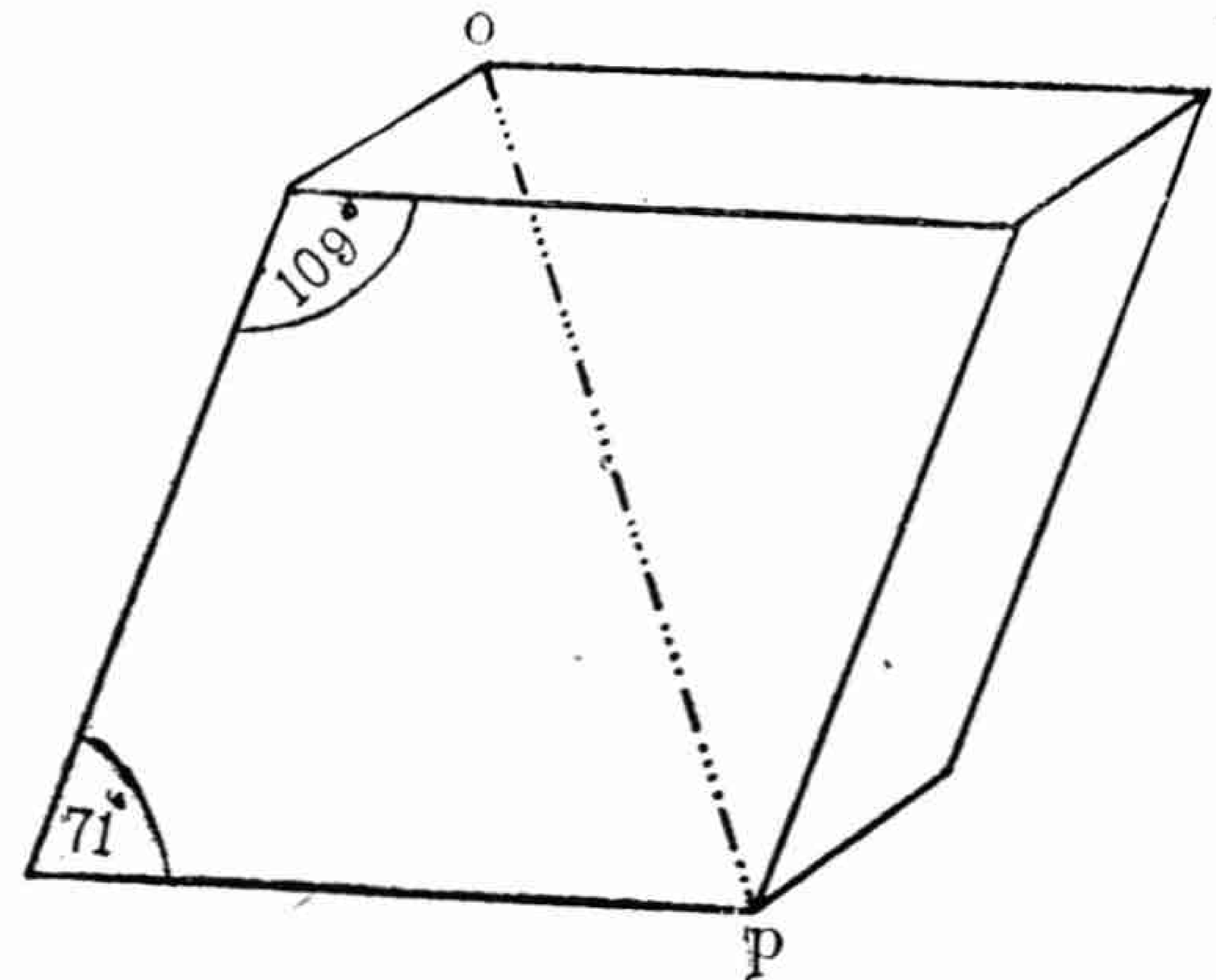


1 వ చిత్రము

తెల్లనికాగితముపైఉన్న నల్లటిచుక్కమీద ఈ స్ఫటికమును పెట్టి, స్ఫటికముగుండ చూచిన 2 వ చిత్రములో చూపినట్లు మరల కాగితముపై రెండుచుక్కలు అగుపడును. ఈ రెండు ప్రతిబింబముల పరస్పరసన్నివేశమును నిదానముగా పరీక్షించిన 'O' అను మధ్య ప్రతిబింబము చిత్రములో చూపిన రాంబోహెడ్రన్ తలముపై లంబముగా పడిన కిరణముయొక్క దిశలో ఉన్నట్లు కనిపించును. (2 వ చిత్రములో) రెండవది పై చెప్పిన రాంబోహెడ్రన్ తలపు అల్పతరకర్ణదిశలో కొంచెము మళ్లి కనిపించును. రాంబోహెడ్రన్ తలమునకు లంబముగా ఉండు అక్షము (అనగా, స్ఫటికముపై పడిన కిరణముయొక్క పతనదిశలో ఉన్న అక్షము) పై స్ఫటికమును కాగితముపై చేతితో త్రిప్పిన, 'O' అను బింబము స్థిరముగాఉండి. 'e' అనునది దీనిచుట్టు తిరుగును. ఈతిరుగుటలో 'e' అను ప్రతిబింబము అల్పతరకర్ణమును అంటిపెట్టుకొనియే యుండును. ఈ



2 వ చిత్రము



3 వ చిత్రము

ఖటిక (కాల్ సైట్) స్ఫటికముయొక్క చాక్షుషాక్షము

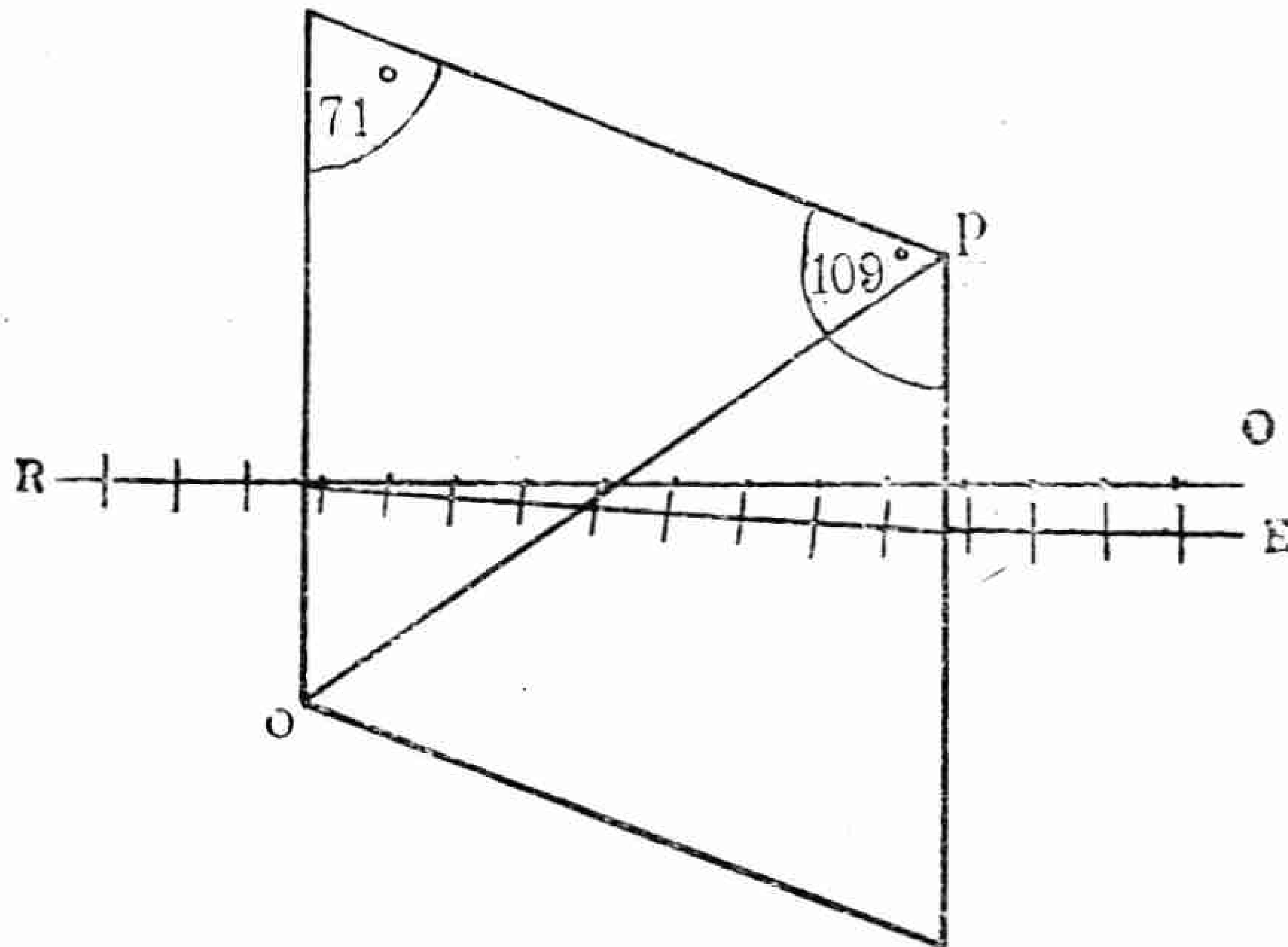
బుజురేఖ 3 వ చిత్రములో చూపినట్లు స్ఫటికముయొక్క పరస్పరము అభిముఖముగాఉన్న రెండువివృతకోణములను కలుపురేఖ. ఈబుజురేఖకు చాక్షుషాక్షమనికూడ పేరు గలదు.

OP అను చాక్షుషాక్షపుదిశకు భిన్నముగా స్ఫటికతలమును లంబదిశలో ప్రవేశించు R అను కిరణము ఎట్లు రెండు ఘటకములుగా చీలియున్నదో 4 వ చిత్రము చూచిన తెలియనగును (చూ. పు. 424).

చీలినకిరణములలో RO అనునది సాధారణకిరణము, R E అనునది అసాధారణకిరణము. పైకివచ్చిన ఈ రెండు కిరణములు ధ్రువితమై ఉండునని హైగెన్జ్ 1690 లో గుర్తించెను. అసాధారణ కిరణధ్రువనతలము చాక్షుషాక్షమును, పతనకిరణమును ఇముడ్చుకొన్న తలమునకు

సమానాంతరముగా ఉండును (చూ. ధ్రువీకరణము); రెండవదాని ధ్రువనతలము దీనికి లంబముగా ఉండును.

అసాధారణకిరణముయొక్క భౌతికధర్మములు కూడ అసాధారణముగా ఉండును. స్ఫటికమువంటి యానక




4 వ చిత్రము. ఖటిక (కాల్ సైట్) స్ఫటికముగుండా పోవుచున్నసాధారణ, అసాధారణ కిరణములు

ములో ప్రసరించు సాధారణకిరణముయొక్క వక్రీభవన గుణకము దాని పతనకోణమును పట్టి ఉండదు. అనగా, పతనకోణము ఏ మూల్యమును తీసికొన్నను

$\frac{\text{పతనకోణజ్యా}}{\text{వక్రీభవనకోణజ్యా}}$ అను నిష్పత్తి ఎప్పుడును స్థిరముగా ఉండుటకు వీలగునట్లుగా వక్రీభవనకోణము ఉండును. అసాధారణ కిరణమునకు అట్లుగాక, వక్రీభవనగుణకము పతనకోణముతో మారుచుండును. అదికాక, స్ఫటికశరీరములో అసాధారణకిరణవేగము, సాధారణకిరణవేగము కన్న హెచ్చని ప్రయోగమువలన చూపించవచ్చును.

తెల్లని కాగితముపై నున్న చుక్కను నాల్గవచిత్రములో చూపినట్లు స్ఫటికముగుండ నిరీక్షించిన, సాధారణప్రతిబింబము మనకంటికి దగ్గరగాను, అసాధారణప్రతిబింబము దూరముగాను ఉన్నట్లును కనిపించును. దీనివలన సాధారణ కిరణపు వక్రీభవనగుణకము రెండవదానికన్న హెచ్చని స్పష్టము. అనగా, అసాధారణకిరణవేగము సాధారణ కిరణవేగముకన్న హెచ్చు.

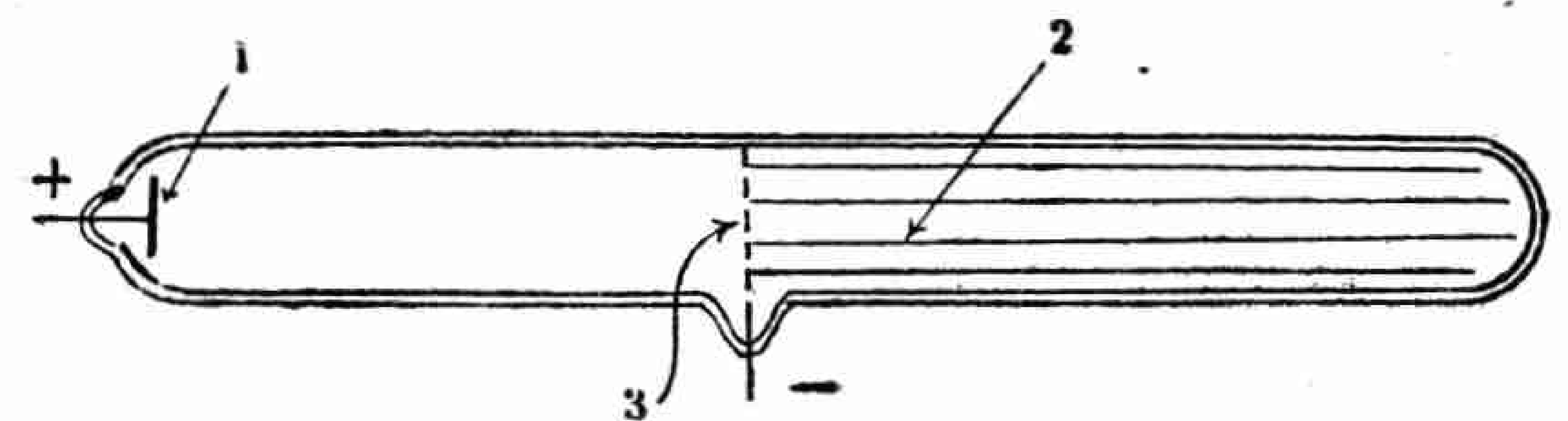
ఐస్ లాండ్ స్పార్ స్ఫటికమునకు ఈ రెండువక్రీభవనగుణకములును క్రిందివిధముగ ఉన్నవి :

సాధారణకిరణ వక్రీభవనగుణకము $\} \; n_o = 1{\cdot}658$

అసాధారణకిరణ వక్రీభవనగుణకము $\} \; n_e = 1{\cdot}486$

ఐస్ లాండ్ స్పార్ యొక్క ద్వివక్రీకరణ సామర్థ్యము కాంతి ధ్రువీభవనవిస్తారమును నిర్ధరించుటకై 'నికల్' అను చాతుష పరికరమును నిర్మించుటలో వినియుక్తమైనది (చూ. నికల్). ఐస్ లాండ్ స్పార్ అను కాల్ సైట్ స్ఫటికమేకాక, ఇంకను అనేక స్ఫటికములు కాంతికిరణములను ద్వివక్రీభూతములుగా చేయగలవు, టెట్రాగొనల్, హెక్సాగొనల్, రాంబిక్ మోనోక్లినిక్ పద్ధతులకు చెందిన స్ఫటికములన్నియు ఈ సంఘటనను చూపగలవు. అయినను, కాల్ సైట్ స్ఫటికమునకుఉన్నంత ద్వివక్రీకరణసామర్థ్యము తక్కినస్ఫటికములకు లేదు. ఈస్ఫటికములన్నిటిలోను, ద్వివక్రీభవనసంఘటన సంభవించనిదిశ ఒకటి ఉండును. అది స్ఫటికముయొక్క చాతుషాక్షము లేదా ప్రధానాక్షపుదిశ. మే. వ. స.

**ధనకిరణము (పోజిటివ్ రే) :** ద్రవ్యపరమాణువు లన్నింటను ఎలక్ట్రాన్ లుఉన్నవనియును, ఈఎలక్ట్రాన్ లు ఋణవిద్యుదావిష్టములనియును, తెలిసినతరువాత మొత్తముమీద ఆవేశరహితమగు పరమాణువునందు ఎలక్ట్రాన్ ఋణావేశమును రద్దుచేయగలుగు ధనావేశముకూడ ఉండవలెనను ఊహ తట్టకమానదు. 1886 లో 'గోల్డ్ స్టెయిన్' అను జర్మనువిజ్ఞాని ఒకగొట్టముమధ్యగా అతుకబడిన ధాతుబిళ్ళకు కన్నము పొడిచి, గొట్టమునుండి గాలినితీసివేసి ధాతు బిళ్ళను ఋణాగ్రముగా చేసినప్పుడు ఆ బిళ్ళలో నున్న కన్నముగుండా ఋణకిరణమార్గమునకు విరుద్ధమార్గ




ధనకిరణనాళము
1. ధనాగ్రము ; 2. ధనకిరణములు ;
3. కన్నములుగల ఋణాగ్రము.

ములో పయనించుకిరణములు కొన్ని బిళ్ళవెనుకకు కనిపించును. ఈకిరణములు ఋణాగ్రమునందు నిర్మించిన కాలువలద్వారా ఋణాగ్రమువెనుకకు వచ్చినవి గనుక, వీటికి 'కుల్యాకిరణములు' అని మొదటిపేరు. ఇట్టి కిరణములు ధనాగ్రమునుండికూడ ఉద్భవించునని తెలిసినది, అందుచే, వీటికి 'ధనకిరణము'లని పేరు వచ్చినది. కుల్యాకిరణములకును, ధనాగ్రకిరణములకును భేదము ఏమియును లేదు. విద్యుత్ క్షేత్రములో ఈకిరణములు విచలనమునుపొందు దిక్కును పరిశీలించిన అవి ధనావిష్టములు అయినట్లు విశదమగును. ఇవి ధనావిష్టములగుటచేకూడ, తామ్సన్ వాటికి ధనకిరణములని పేరిడినాడు. తరువాత వీటి

ఆవేశద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి (e/m)ను కనుగొనుటలో ఈ నిష్పత్తి ఎలక్ట్రాన్‌లకన్న చాలతక్కువగాఉన్నట్లు తెల్లమైనది; ద్రావణములోఉన్న హైడ్రోజన్ అయన్‌కు గల నిష్పత్తికన్న తక్కువనిష్పత్తి కలవనికూడా తెలిసినది. ఎలక్ట్రాన్‌మీదనున్న ఆవేశము యూనిట్ అని అనుకొనినచో ఈ ధనకణములమీదనున్న ఆవేశము యూనిట్‌కు గుణిజముగా ఉన్నటుల తోచును. అందుచే ఈ ధనకణముల ద్రవ్యరాశి ఎలక్ట్రాన్‌ద్రవ్యరాశికన్న చాల అధికముగా ఉండవలెను. గాలిఉన్న ఉత్సర్గనాళములో ఈ ధనకిరణములు ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ ప్రత్యేకాణువులని వీటి ద్రవ్యరాశి పరీక్షవలన తెలిసినది. తరువాత పరిశీలన వలన ఉత్సర్గనాళములో జొన్పిన వాయుస్వభావమును బట్టి ఈ ధనకిరణముల స్వభావముకూడ మారుచుండునని తెలియవచ్చినది.

విరుద్ధావేశమును కలిగిఉండుటయందేకాక, ధనకిరణములు మరిరెండు అంశలలోకూడా ఎలక్ట్రాన్‌లకన్న భిన్నముగాఉన్నవి అందు మొదటిది: ధనకిరణములలో కణములు ప్రత్యక్షముగా పరమాణువులుకాని, అణువులుకాని కావచ్చును. వీటికి భిన్నమగు ఋణకిరణములలోఉన్న కణములు చాలచులకనైనవి; హైడ్రోజన్ పరమాణువు కన్నను 1850 రెట్లు తేలికయైనవి. రెండవది: ఉత్సర్గనాళములో వాయువు ఏదైనను అందు అగపడు ఎలక్ట్రాన్‌ల స్వభావము ఒక్కటే. కాని, ధనకణములు ఉత్సర్గనాళమందున్న వాయువుయొక్క అణువులో, పరమాణువులో అగుటవలన ధనకణములు ఆ వాయుస్వభావమునుబట్టి ఉండుననుట వ్యక్తము. జె. భీ.

**ధాతు, అధాతు గుణతారతమ్యములు:** చూ. మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము.

**ధాతుకార్బన్ యౌగికములు:** చూ. కార్బన్ ధాతు యౌగికములు - పు. 262.

**ధాతుమిశ్రములు-I:** ధాతువుల కూడికకు 'ధాతుమిశ్ర' (ఎల్లోయ్) మని పేరు. ధాతుమిశ్రములో రెండుగాని ఎక్కువగాని ధాతువులు ఉండవచ్చును. రెండు ధాతువులుగల మిశ్రమునకు ద్విధాతుక మిశ్రము అనియు, మూడింటియొక్క కూడికకు త్రిధాతుకమిశ్రము అనియు పేర్లు. ఇంకను అధికధాతుసంఖ్యగల మిశ్రములుకూడ కలవు. కాని రెండు లేదా మూడు ధాతువులు ఉన్న మిశ్రములు ముఖ్యములు. మిశ్రమందలిధాతువులలో ఒకటి పాదరసమైనచో ఆమిశ్రమునకు 'రసమిశ్రము' (అమాల్గమ్) అని పేరు.

ఈ ధాతుమిశ్రములలో ధాతువులు మూడు అవస్థలలో ఉండవచ్చును. రాసాయనికముగా కలియకుండ ధాతువు ఒకదానిప్రక్క నొకటి తటస్థముగా ఉండవచ్చును; లేదా ద్రావణస్థితినుండి మిశ్రస్ఫటికముగా ఘనీభవించవచ్చును; లేదా యౌగికములక్రింద మారవచ్చును. ఒకప్పుడు ఈ మూడు అవస్థలును ఒకే మిశ్రములో సంభవింపవచ్చును. చిరకాలమునుండి ఈ ధాతుమిశ్రములు వాడుకలోఉన్నను, 50 సం॥ క్రిందటివరకును వీటి స్వభావమునుగురించి ఏమియు తెలియదు. రోజ్‌బామ్, లీషాట్‌లియర్‌ల పూర్వాన్వేషణలను ఆధారము చేసికొని గుస్టావ్ తమ్మన్ అను డచ్ శాస్త్రజ్ఞుని కృషిఫలితముగా ధాతుమిశ్రముల సమగ్ర స్వభావనిరూపణము వీలైనది. చూచుటకు మిశ్రములోని ప్రత్యేక ధాతువులఅవస్థ సాధారణముగా గోచరము కాదు. అవి ఎట్లున్నవో తెలిసికొనుటకు సూక్ష్మదర్శిని అత్యావశ్యకము. ధాతువులు కలియ కరగించినపుడు యౌగికములు ఏర్పడినదీ, లేనిదీ, గుర్తించుటకగు విశిష్ట పద్ధతులుఎట్టివో తెలిసికొనుట ఆవశ్యము. మిశ్రములోని ధాతువులస్థితిని గుర్తెరుంగుటకు కేవలము పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము సహాయపడదు. ఇందుకు తాపవిశ్లేషణపద్ధతి ఉత్కృష్టమైనది. (చూ. తాపవిశ్లేషణ - పు. 381). సూక్ష్మదర్శిని ప్రయోగమునకు తోడుగా తాపవిశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగించుటవలన ధాతుమిశ్రముల శాస్త్రీయ పరీక్ష సాధ్యమైనది. అప్పటికిని ధాతుమిశ్ర స్వభావజ్ఞానము ఇంకను బాల్యావస్థలో ఉన్నదనియే చెప్పవచ్చును. ఏలన అన్వేషణాపద్ధతు లింకను రెండుకన్న ఎక్కువ ధాతువుల మిశ్రములను పరీక్షించుటకు సమర్థములు కాకున్నవి.

ధాతుమిశ్రముల చేయుపద్ధతులు: 1. విడి ధాతువులను కలిపి కరగించుట - ఉదా: ఇత్తడి, కంచు మొదలైనవి తయారగును; 2. ధాతుయౌగికముల మిశ్రద్రావణము నుండి విద్యుతీకరణ విధానమున ధాతుమిశ్రమును ఋణ ధ్రువముపై నిక్షేపించుట: జింకు, కాపర్ సల్ఫేట్‌ల మిశ్ర ద్రావమునుండి జింకు, రాగిమిశ్రమగు ఇత్తడిని ఈ పద్ధతిని తయారుచేయుదురు; 3. ఇంకొక ధాతువును ఒక ధాతు ఆక్సైడ్‌తో కలిపి ఆక్సీహరించుట: ఐరన్ ఆక్సైడ్‌ను టంగ్‌స్టన్ ధాతువుతో చేర్చి ఎలక్ట్రిక్ కొలిమిలో ఆక్సీహరించుటవలన ఇనుము-టంగ్‌స్టన్ ధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ మిశ్రము పనిముట్లకు ఉపయోగించు టంగ్‌స్టన్ ఉక్కు తయారుచేయుటలో వాడుకలోఉన్నది, 4. ధాతు చూర్ణములను కలిపి; గట్టిగా అదిమి ద్రవీభవించువరకు వేడి చేయుట: (చూ. టంగ్‌స్టన్ - పు. 346) ఇది చాల నవీన పద్ధతి. రెండు ధాతువులు ద్రవావస్థలో పరస్పర మిశ్రణీయములు కాకపోయినను ఈ పద్ధతిని వినియోగించి ధాతుమిశ్రముల తయారు చేయవచ్చును. వెండి, నికెల్

ద్రవావస్థలో ఒకదానితో ఒకటి కలియవు. అట్టిచో ద్రవీకరణపద్ధతి ధాతుమిశ్ర నిర్మాణమునకు ఉపయోగించదు. ఈ రెండు ధాతువుల చూర్ణములను కావలసిన నిష్పత్తిలో కలిపి, వలయు అచ్చులలోపోసి, అదిమి, వెండియొక్క ద్రవీభవన తాపక్రమమువరకు వేడిచేసినచో ధాతుమిశ్రము ఏర్పడును. ఈ ధాతుమిశ్రములు విద్యుత్ ప్రవాహమార్గ విచ్ఛేదకములందలి స్పర్శబిందువులుగా ఉపయోగపడు చున్నవి.

శుద్ధధాతువులకన్న ధాతుమిశ్రముల ఉపయోగములు అధికములు. శుద్ధధాతువులకు లేనిగుణములు కొన్ని ధాతు మిశ్రములయందు అగపడును. ఉదాహరణమునకు సాధారణముగా శుద్ధధాతువు ఆమ్లముల సంపర్కమున రాసాయనికముగా మారును.

నిత్యకృత్యములో వాడెడి అల్యూమినియము పాత్రలు ఆమ్లముల చేరికచేత చిల్లులుపడును. పులుసువలన రాగి కిలుముఊరును. ఆ రాగిని తగరముతో కలిపినచో ఆమ్లములచే ఏమాత్రము కిలుమూరని కంచుగా తయారగును. ఇట్లే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్కు, నైట్రిక్ ఆసిడ్నకుకూడ లొంగని ధాతుమిశ్రములు అనేకములు కలవు.

శుద్ధధాతువులకు లేని గట్టితనము, బలము ధాతుమిశ్రములకు ఉండును. మాలిన్యములేని ఇనుము చాల మెత్తని ధాతువు కట్టడములకుపనికిరాదు. దానినేబొగ్గుతోను, ఇతర ధాతువులతోను మిశ్రముచేసినచో అత్యంత ఉపకారకములైన వివిధ స్వభావములుగల ఉక్కులు తయారగును.

అల్యూమినియము చాల మెత్తని ధాతువు. డ్యూరాల్యుమిన్ అను ధాతుమిశ్రము కొంచెము ఇంచు మించుగా ఉక్కుయొక్క దార్ఢ్యముకలది. వాయువిమాన చట్రము యొక్క భాగముల నిర్మించుటకు వాడుదురు.

ఆల్నికో అను ధాతుమిశ్రము అల్యూమినియము, ఇనుము, నికెల్, కోబాల్ట్ కూర్పు. దీని అయస్కాంత ఆకర్షణబలము ఇనుముకన్నను ఎక్కువ. ఇది దానికన్న అరువదిరెట్లు భారమును పైకెత్తగలదు. ఇటులనే విచిత్ర గుణములుగల ధాతుమిశ్రములు అనేకములు ఉన్నవి. ధాతుమిశ్రముల ఉపయోగ్య గుణసంపదచే ప్రస్తుత కాలమున శుద్ధధాతువుల వాడుక బొత్తిగా తగ్గినదని చెప్పవచ్చును. మే. వ. న.

**ధాతుమిశ్రములు-II :** ధాతు మిశ్రములను స్థూలముగా రెండు తరగతులుగా విభజింపవచ్చును. 1. ఆయస ధాతుమిశ్రములు (ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్స్) (చూ. ఇనుము - ధాతుమిశ్రములు పు. 208) 2. అనాయస ధాతుమిశ్రములు (నాన్ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్స్).

ఇనుము, ఉక్కు, వీటి అనేక ధాతుమిశ్రములు యాంత్రికరచనయందేమి,గృహోపకరణ నిర్మాణమందేమి ప్రాధాన్యమును వహించినవి. కాని, లఘుత్వము, అరుగుదల లేకుండుట, దార్ఢ్యము, ఏకద్రవ్యమందు కలసియుండ వలసినప్పుడు, అనాయస ధాతుమిశ్రములే ప్రధానములు. ఈ ధాతుమిశ్రములలో మొదటితరగతివాటిలోలేని కొన్ని ఉపయుక్తగుణములు కలవు. ఇవి వేడికి సులభముగా కరుగును. వీటిని అచ్చులలో తీర్చి పోయుట సులభము; అదికాక అనేకములగు తాపసంస్కారములకు వశ్యము లగును; గాలిలో చెడవు. ఈ కారణములచేత అనాయస ధాతుమిశ్రములు ప్రాముఖ్యములోనికి వచ్చినవి.

ఈ మిశ్రములలో ముఖ్యముగా ఉండు ధాతువులు రాగి, తగరము, సీసము, అల్యూమినియము, నికెల్, జింకు. అవి, ఆయాధాతువులను కలిపి కరగించినచో తయారగును. కరిగించినపుడు ధాతువులు ఆక్సీకరణమునకు పాల్పడకుండ కడుజాగరూకతతో తాపక్రమము మొదలగు పరిస్థితులు నియంత్రించవలెను.

ఇత్తడిరకములు - తామ్రధాతు మిశ్రములు : రాగి, జింకు కలసి ఇత్తడి మిశ్రముఅగును. ధాతువులపాళ్ళు వేరు చేయుటవలన వివిధ పసుపుఛాయలుగల అనేక ఇత్తడి భేదములు తయారగును. సాధారణ ఇత్తడియందు 70% రాగి, తక్కినపాళ్ళు జింకు కలవు. ఈ మిశ్రము యంత్ర నిర్మాణమునకు, కడ్డీలు, గొట్టములు, రేకులు, తీగలు మొదలైన రూపములలో పనికివచ్చును. నగలకు పనికివచ్చు ఇత్తడిలో రాగిభాగము హెచ్చుగాఉండును. అట్టి ఇత్తడి యంత్రభాగరచనకు తగిన దార్ఢ్యముకలది కాదు. రాగి, జింకుకుతోడు మరియొక ధాతువు కలిపినచో మిశ్రము మిక్కిలి బలముకలది అగును. ఇనుము, మాంగనీస్ లేదా అల్యూమినియము 5% ఉన్న ఇత్తడి చాలబలము కలదియై యంత్రరచనకు పనికివచ్చును. ఇట్టి ఇత్తడి రకములకు తీగసాగు ఇత్తడులు అనిపేరు.

ఇత్తడికి కొంచెము తగరము కలిపినప్పుడు ఆ మిశ్రమునకు కొన్ని విశేషగుణములు ఆవిర్భవించును. ఇందులో ముఖ్యమైనగుణము గాలిలోను, ఉప్పునీటిలోను వికారము చెందకుండుట. నౌకానిర్మాణమందు వాడెడు ఇత్తడిలో 60% రాగి, 39% జింకు, 1% తగరము మిళితమై ఉండును.

కంచురకములు : రాగిని తగరముతో కలిపి కంచు తయారుచేయుదురు. కంచు ఇత్తడికన్న చాల మన్నికగలిగి, గాలిలో మార్పుచెందని బలవత్తరమైన మిశ్రము. సాధారణముగా కంచునందు 90% రాగియును, 10% తగ

రమునను ఉండును. పాళ్ళనుమార్చి తక్కిన ధాతువులను కొంచెముగా కలిపినచో పలువిధములగు కంచులు ఏర్పడును,

**ఫిరంగిధాతువు :** దీనిని గన్ మెటల్ అనికూడ అందురు. కొంచెముగా జింకు కలసిన కంచు ; మునుపు ఈ మిశ్రమును ఫిరంగులను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుచుండెడివారు. అందుచే ఈ పేరు ఈ మిశ్రమునకు వచ్చినది. ఇందు 9.5% - 10.5% తగరము. 1.5% - 2.5% జింకు, తక్కినది రాగి కలవు.

కొన్ని కంచులలో 0.4% - 0.6% వరకు భాస్వరము కూడ కలిసి ఉండును. తయారగుచున్నపుడు మిశ్రములోని ధాతువులు ఆక్సీకరించబడకుండ భాస్వరము కాపాడును. అందుచే ఈ మిశ్రము మూసలలో పోతకు మిక్కిలి ఉపయోగము. వీటికి భాస్వరకాంస్యములు (ఫాస్ఫర్ బ్రాన్జెస్) అని పేరు.

**ఘంటాధాతువు :** 'దీనిని బెల్ మెటల్' అందురు. ఈ మిశ్రమునకు మంచి ధ్వనించు గుణము కలదు. ఇందులో 20% తగరము, తక్కినది రాగిఉండును. 90% రాగి, 10% అల్యూమినియము కల ధాతుమిశ్రము బంగారుఛాయ కలిగిఉండును. దీనిని చౌకనగలకును, చూర్ణరూపమున పైపూతలకును వాడుదురు. దీనికి అల్యూమినియము కంచు అని పేరు.

ఇత్తడితో నికెల్‌ను చేర్చినప్పుడు వెండివంటి తెల్లని జర్మను సిల్వర్ మిశ్రము తయారగును. ఇందులో 64% రాగి, 18% జింకు, 18% నికెల్ కలవు.

మోనెల్ ధాతువు అను పేరుగల రాగి, నికెల్ మిశ్రము ; రాగి 30%, నికెల్ 69%, కొంచెము ఇనుము, మాంగనీస్ కలది ; ఇది క్షారములకు లొంగదు. అందుచే ఈ మిశ్రముతో పారిశ్రామికోపకరణములను తయారు చేయుదురు.

**అల్యూమినియము మిశ్రములు :** ఇటీవల అనేకోపకరణములలో ఇనుమునకుబదులు అల్యూమినియము ఉపయోగపడుచున్నది. యంత్రభాగరచనలో ఈ ధాతువునకు గొప్ప భవిష్యత్తు కలదని యాంత్రికుల నిశ్చయాభిప్రాయము.

**మగ్నేలియము :** మగ్నీషియమ్ - అల్యూమినియము మిశ్రము (అల్యూమినియము 96% + మగ్నీషియమ్ 1.75%, రాగి 1.75%, ఇనుము 0.4%-1%). చాల తేలికైనట్టి దార్ఢ్యముగల మిశ్రము. యాంత్రిక మిశ్రముక్రింద చాల వాడుకలోఉన్నది ; రాసాయనికతులాయంత్రముల దండములను, పాత్రలను చేయుటలో ఉపయోగించుదురు. 'డ్యూరాల్యుమిన్' అని వ్యావహారిక నామముకల పలు రకముల అల్యూమినియము మిశ్రములు విమానములను, మోటారుబండ్ల బాడీలను తయారుచేయుటలో పనికి వచ్చుచున్నవి.

'ఆల్ క్లాడ్' అను పేరుగల మిశ్రము భూవిమానములు, నీటివిమానములు తయారుచేయుటలో వాడుకలో ఉన్నది. శుద్ధ అల్యూమినియము రేకుపైని డ్యూరాల్యుమిన్ మిశ్రమును ఒత్తిడితో అదిమినప్పుడు ఇది తయారగును.

**Y - మిశ్రము :** తక్కిన అల్యూమినియము మిశ్రములకన్న క్షయమును ఎక్కువగా నిరోధించగల మిశ్రము. దీని సంఘటనము : 3.5% - 4.5% రాగి, 1.8% - 2.3% నికెల్, 1.2% - 1.8% మగ్నీషియమ్, 1% - 1.5% ఇనుము, 0.2% టైటానియమ్, 1.3% సిలికన్, మిగిలినది అల్యూమినియము.

**మాజిక్‌ధాతు మిశ్రము :** జింకు, అల్యూమినియము, మగ్నీషియమ్‌గల మిశ్రము ; మూసపనికి చాలప్రశస్తము.

**శ్వేతధాతువులు (ఘర్షణనిరోధకధాతువులు) :** వీటిలో రెండుతరగతులు. 1. వంగాధారక లేదా వంగ ప్రధాన మిశ్రములు. 2. సీసప్రధాన మిశ్రములు. సీసము 23%-0.1%, తగరము 59% - 83%, అంటిమోని 12%-11%, రాగి 6% మొదటిరకపుమిశ్రముల సంఘట్టనములు. సీసము 80%, తగరము 6%, అంటిమోని 13%, రాగి 1% రెండవరకపుమిశ్రముల సంఘట్టనములు. వీటి పేరుకు తగినటుల ఇవి యంత్రములయిరుసులపై ఘర్షణ తగ్గించి యంత్రము సులువుగా తిరుగునట్లు చేయును. జింకు ప్రధానముగాగల ఘర్షణనిరోధమిశ్రములుకూడ వాడుకలో ఉన్నవి. జింకు 64.5%, తగరము 30%, రాగి 5.5%.

**టైపుధాతుమిశ్రములు (అచ్చుటైపుధాతుమిశ్రములు) :** ఇవి ముద్రణమునందు ఉపయోగించు అక్షరసముదాయమును నిర్మించుటలో ఉపయోగపడుచున్నవి. వీటి విశిష్ట గుణములు సులభద్రవణీయత, అచ్చులలో పోతపోసి చల్లార్చినపుడు విస్తరించి అచ్చుసూక్ష్మభాగములలోనికి కూడపోయి అచ్చుయొక్క నిజాకారమును దాల్చుట.

ఇట్టి కొన్నిమిశ్రముల శాతసంఘట్టనము :

| | సాధారణ ధాతువు | రెడీటైపు మెటల్ | లినోటైపు మెటల్ | స్టీరియోటైపు మెటల్ |
|---|---|---|---|---|
| సీసము | 70 | 57.4 | 79 1 | 78.6 |
| తగరము | 10 | 16.5 | 5.5 | 5.3 |
| అంటిమోని | 18 | 25.9 | 15.1 | 15.6 |
| రాగి | 2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |

**సోల్డర్‌మిశ్రములు (టంకమిశ్రములు) :** ఇవి రెండు ధాతువులను అతుకుటకు ఉపయోగించు మిశ్రములు.

ఇవి కూడ సులభముగా కొలిమిలో కరుగు స్వభావము కలవి.

ఇవి సాధారణముగా సీసవంగమిశ్రములు. తగరము పాలు హెచ్చైనకొలది, టంకమిశ్రముగుణము వేరగుచు, పలువిధముల పనికివచ్చు టంకమిశ్రములు ఏర్పడును. కేవల వంగసీసమిశ్రములు మృదుటంకమిశ్రములు. రాగి, వెండి మొదలయినధాతువులను అతుకుటకు విశిష్ట గుణములుకల టంకమిశ్రములు వాడుకలోఉన్నవి. ఇందు సీసము, వంగము కాక, కాడ్మియమ్, బిస్మత్తు ధాతువులు కూడ కలిసి ఉండును.

ఇవికాక విద్యుత్‌వహనమునకు పనికివచ్చు వివిధములగు మిశ్రములు కలవు. నైక్రోమ్, కాన్‌స్టంటాన్, మాంగనీస్, వీటికి విద్యున్నిరోధకగుణము చాల హెచ్చు. ఇంతియేకాక విద్యుత్‌ప్రవాహమువలన జనించు వేడిమికి అంతగా తీగ సాగదు. అందుచే వీటిని విద్యున్నిరోధకసాధనములను తయారుచేయుటకు ఉపయోగింతురు.

ప్లాటినమ్,ఇరిడియమ్ మిశ్రములను మాగ్నెటోయందలి స్పర్శబిందువులు (కాంటాక్ట్‌పాయింట్‌లు) గా వాడుదురు. అదికాక ఫౌంటెన్ పెన్నుల పాళీమొనలకు పాళీ వేగముగా అరుగకుండుటకు అంటించుదురు.

స్టెలైట్: (40%-55% కోబాల్ట్. 15%-33% క్రోమియమ్, 5%-25% టంగ్‌స్టన్) చాల క్షయనిరోధకమగు మిశ్రము. ఇది శస్త్రచికిత్సోపకరణములకు, దంతములనుకట్టుటకు, ఫౌంటెన్ పెన్నుల పాళీలమొనలకు ఉపయోగపడుచున్నది.

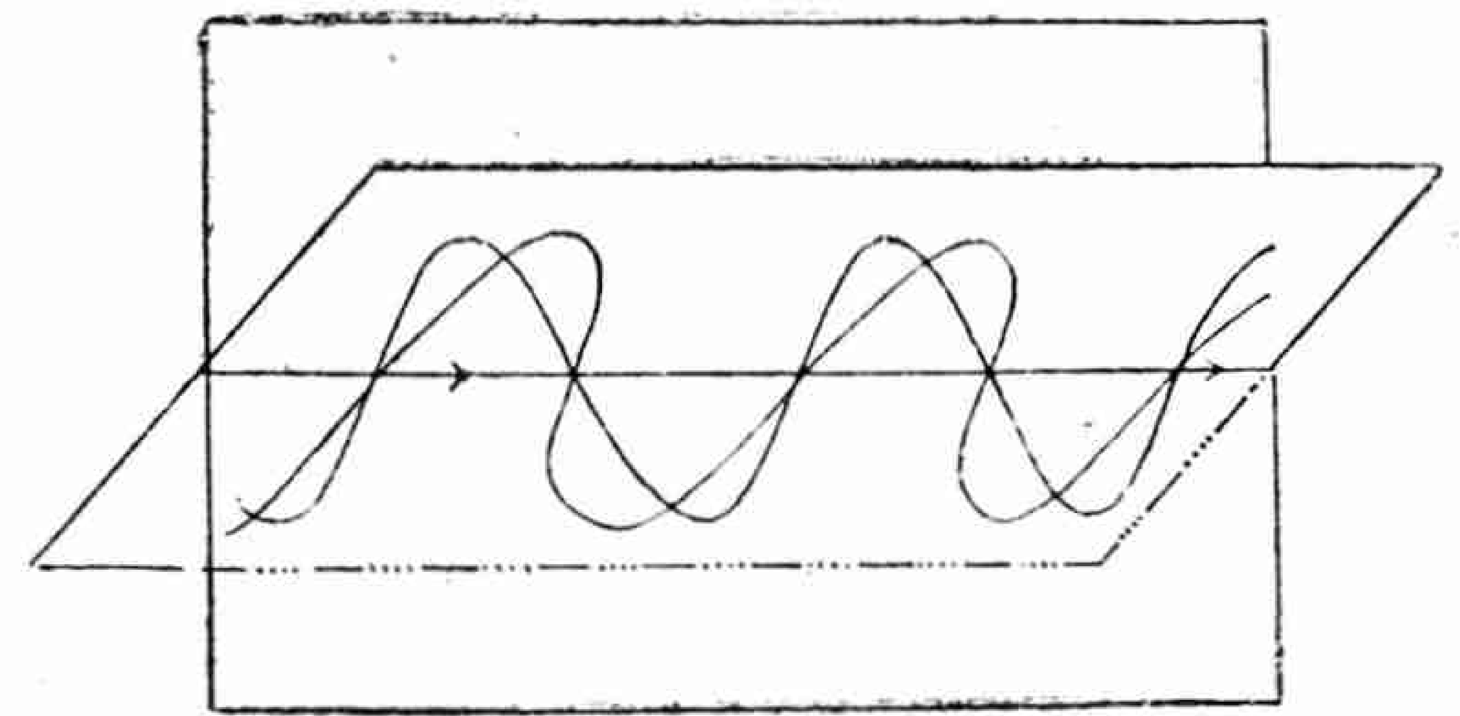
30·8% బంగారము, 45% రాగి, 14% నికెల్, 1% క్రోమియమ్, 0·2% ప్లాటినమ్ కల మిశ్రము దంతమిశ్రముగా వాడుకయందు ఉన్నది. ఈవాడుకకు పనికివచ్చు గుణములు, క్షయించకుండుట, నిలకడ మొదలగునవి. డి. ఎస్. ఎన్.

**ధ్రువీకరణము** (పోలరైజేషన్): ఈ మాట మూడు శాస్త్రములందు మనకు తారసిల్లు చున్నది. ఈ మూడు చోట్ల వేరువేరు అర్థములలో ఇది అగపడుచున్నది.

భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమున, అణువులో, ఏక గురుత్వ కేంద్రములో ఉన్న ధనఋణావేశములు బైట ఉన్న విద్యుత్ క్షేత్ర ప్రభావమున వేరుపడి ఆ అణువులు ద్విధ్రువకములగుటకు ‘ధ్రువీకరణము’ అని పేరు. విద్యుత్ శాస్త్రములో పరిమిత విద్యుత్ ప్రవాహములో పనిచేయు ఏ విద్యుత్ ఘటమునందైనను, అగ్రములమధ్యనుండు శక్మ వ్యత్యాసము పరివర్తనీయ విద్యుచ్చాలక బలముకన్న, ఉత్సర్గకార్యమందు తక్కువగాను, సంగ్రహణకార్యమందు ఎక్కువగాను ఉండును. ఈ సంఘటనకు కారణము ఘటము యొక్క అంతర్నిరోధము. ఏమన ఏ విద్యుద్వాహకమునందైనను, విద్యుత్‌ప్రవాహమును నెలకొల్పవలెననిన 'IR'కు సమమగు శక్మవ్యత్యాసమును స్థాపించవలెను. దీనిని మనము సర్దినను, ఘటవిద్యుచ్చాలక బలమందు వ్యత్యాసమింకను మిగిలి ఉండును. ఈ వ్యత్యాసముకారణముగా ఘటముయొక్క కార్యదక్షత కొరవడును. పరివర్తనీయ విద్యుచ్చాలక బలములోని ఈ వ్యత్యాసమునకు ‘ధ్రువీకరణము’ అందురు. ద్రావణమందు విలీనమైన ద్రవముల ప్రసారము, ద్రవ్యములు ద్రావణములో కరుగు వేగము, అగ్రములవద్ద సంభవించనున్న రాసాయనిక కార్యముల గమనవేగము, వాటి సమతాస్థితిస్థాపన, ఈ కార్యములయందు వేటిలోనైన సంభవించు మందత ధ్రువీకరణమునకు కారణమై ఉండవచ్చును.

**కాంతిశాస్త్రమందు ధ్రువీకరణము:** కాంతి కనపరచు మిథోఘట్టన, వివర్తన సంఘటనలు దాని తరంగస్వభావమును మనకు వ్యక్తము చేసినవి. కాంతి శబ్దమువలె అనుదైర్ఘ్యతరంగరూపము కాదనియు, తిర్యక్‌తరంగరూపమే అనియు నిశ్చయపరుచునది ధ్రువీకరణము అను కాంతియొక్క ఒక విచిత్ర సంఘటన.

కాంతిధ్రువీకరణము కాంతియొక్క ప్రసరణము తరంగరూపమున జరుగునని కదా చెప్పియుంటిమి. ఈ తరంగములు ప్రసరణ మార్గములోఉన్న ఏతలమందైనను జరుగవచ్చును. పటము (1)లో పరస్పరము లంబముగా ఉన్న

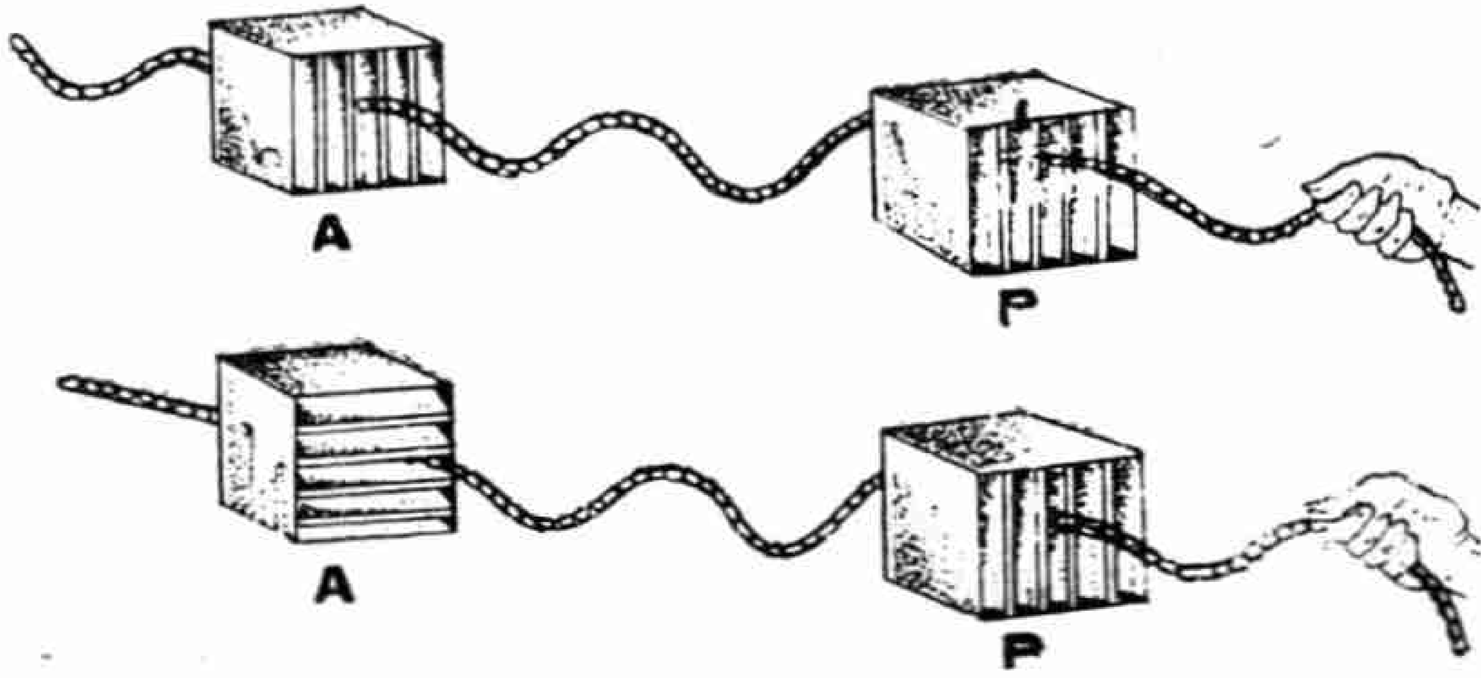


పటము 1
పరస్పరము లంబముగా ఉన్న ధ్రువపతలములు

రెండు తలములలో జరుగు తరంగ చలనము కననగును. ఇంతేగాక, కిరణ దిశలోనున్న అనంత సంఖ్యాకములగు తలములలో సమకాలములో తరంగచలనము జరుగవచ్చును. ఈ తరంగచలనము ఒకే తలమునకు పరిమితమై జరుగునపుడు ఆ కాంతిని ధ్రువితము అనిగాని,ధ్రువీకృతము అనిగాని అందుము.

కాంతిధ్రువీకరణమును బోధపరచుకొనుటకు ఒక ప్రయోగమును కావింతము. ఆప్రయోగమందు ఊచలు గల రెండు కిటికీచట్రములు మనకు ఉపయోగపడును. ఊచలు ఊర్ధ్వముఖముగా ఉండునట్లు చట్రమునుఉంచి, ఆ

ఊచలలోనుండి దూర్చిన త్రాడును కదలించి, దాని యందు ఒక తిర్యక్ తరంగమును పుట్టించిన అది సులభముగా కిటికీకి ఈవలనుండి, ఆవలకు ప్రసరించునని రెండవ



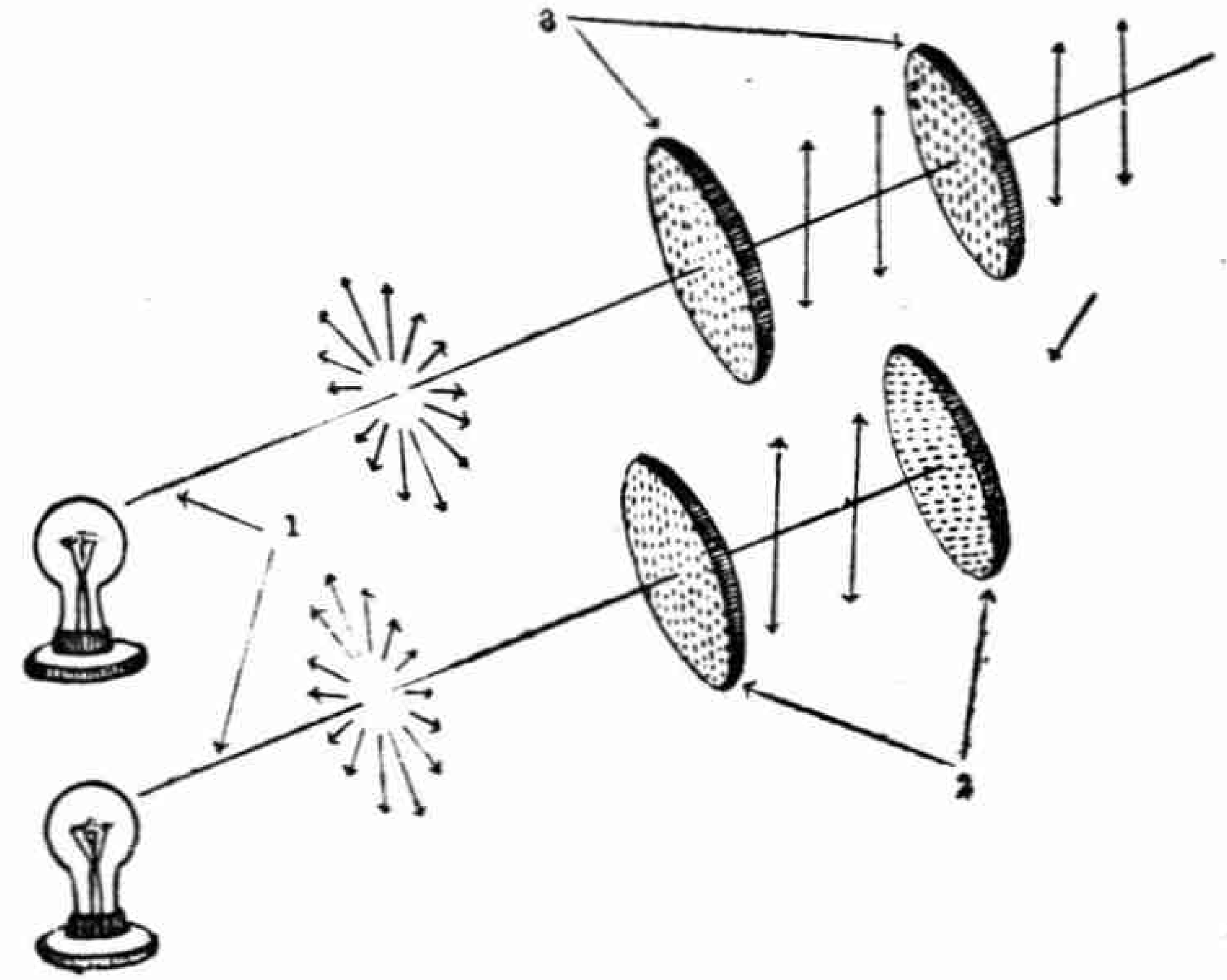

పటము 2
కిటికీలగుండా తిర్యక్ తరంగప్రసరణ

చిత్రములో మీది బొమ్మవలన తెలియగలదు. ఇట్లే రెండవ కిటికీగుండా కూడా త్రాడునుదూర్చి, త్రాడుయందు తిర్యక్ తరంగము నొక దానిని కల్పించిన ఆ తరంగము రెండు కిటికీలలోనుంచి నిరాఘాటముగా సాగిపోవును.

రెండవ ప్రయోగములో మొదటి కిటికీఊచలు ఊర్ధ్వముఖముగానుంచి, రెండవ కిటికీఊచలు దానికడ్డముగా ఉండునట్లు ఉంచిన, త్రాడుయందు కల్పించిన తిర్యక్ తరంగము మొదటి కిటికీగుండా అడ్డులేకుండా పోవును (రెండవ చిత్రములో క్రిందిబొమ్మ). కాని రెండవ కిటికీగుండా తరంగము బయటికి వెడలదు. అనగా, మొదటి కిటికీగుండా వెడలిన తరంగములను రెండవ కిటికీ ఆపు చేయును. ఈ ప్రయోగప్రకారము మొదటి కిటికీని 'ధ్రువనకారి' అని పిలవవచ్చును. ఏలన, దీనినుండి బయటకువచ్చు తరంగములు ఒకే తలములో స్పందించునవిగా ఉండును. రెండవ కిటికీని ఈ అర్థములోనే 'ధ్రువన విశ్లేషకము' అనవచ్చును. తరంగము ఏ తలములో స్పందించునో దానికి 'ధ్రువనతలము' అని పేరు. అందుచేత ధ్రువీకరణము తిర్యక్ తరంగముల స్వభావము. త్రాడువంతు కిటికీ ఊచలుమధ్యను త్రాడు వ్యాసమంతే వ్యాసముగల స్ప్రింగ్ నొక దానిని దూర్చి, అదిమి విడిచిపెట్టిన దాని యందు సంపీడన తరంగములు ఉద్భవించును. ఇవి అనుదైర్ఘ్యముగా చలించును. వీటిని ఆపుశక్తి ఆ కిటికీచట్రమునకులేదు. అందుచే కిటికీచట్రమువంటి పరికరముచే ఆపబడు తరంగములన్నియు తిర్యక్ తరంగములు అనియే విశదమైనది.

విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంత ప్రకారము కాంతి తరంగము పరస్పరము లంబముగానున్న రెండు భిన్న జాతుల తరంగముల సంపుటి. ఇందు ఒకటి: విద్యుత్ స్పందన రూపము; రెండవది: అయస్కాంత స్పందన రూపము. ఈ ప్రకరణములో మనచర్చకు ముఖ్యమైన కాంతి స్పందనములు కాంతి తరంగమును ఆశ్రయించి ఉండు విద్యుత్ క్షేత్రస్పందనములే.

సాధారణప్రభవ స్థానములనుండి ప్రసరించు కాంతి అధ్రువితము. కాంతిద్రవ్యముతో సంధించినపుడు తలధ్రువితము అగును. ఒక పారదర్శకతలముపై ప్రతిబింబితము లేదా పరావర్తితమైనప్పుడుగాని ఒక స్ఫటికముద్వారా వక్రీభూతమైనపుడుగాని కొన్ని స్ఫటికద్రవ్యములచే విశిష్టముగా శోషితమైనపుడుగాని లేదా సూక్ష్మకణములచే




పటము 3. ధ్రువిత కాంతికిరణములు
1. అధ్రువితకాంతి
2. పరస్పరములంబముగాఉన్న ధ్రువనాతములు
3. సమాంతరముగాఉన్న ధ్రువనాతములు

విక్షిప్తమైనపుడుగాని కాంతి కొద్దియో, గొప్పయో ధ్రువితమగుట తటస్థించును. సామాన్య పరిస్థితులలో మన కన్ను ధ్రువితకాంతికిని, అధ్రువితకాంతికిని భేదమును గుర్తించలేదు. అందుచేత కాంతి ధ్రువితమైనదో లేదో, ధ్రువితమైన ఏ తలములో ధ్రువితమైనదో, నిర్ధరించుటకు 'ధ్రువనవిశ్లేషకము' (నికల్)ను ఉపయోగించ వలెను. (చూ. నికల్ పు. 433). మే. వ. న.

**ధ్వని :** చెవిద్వారా గ్రహింపబడు సంవేదనకు, ఈ సంవేదనమును కలుగజేయు బహిస్సంక్షోభమునకుకూడ ధ్వని అనుమాట వాడుకలో ఉన్నది. ధ్వనిఉత్పాదకములు అగు వీణతీగ, ఫిడేలుతీగ, స్వనద్విభుజము, స్వరపేటికా తంతువులు మొదలగునవి అన్నియు ధ్వనించునపుడు స్పందించు స్థితిలో ఉండును. ఈ స్పందనములు పరిసర యానకముగుండ (సాధారణముగగాలి) తరంగరూపమున ప్రసరించును. ఈ తరంగములు శ్రవణత్వచమును తాకి దానిని స్పందింపజేయును. దీని మూలమున శ్రవణ

సంవేదన సంభవించును; ఈ తరంగములు అనుదైర్ఘ్యములు.

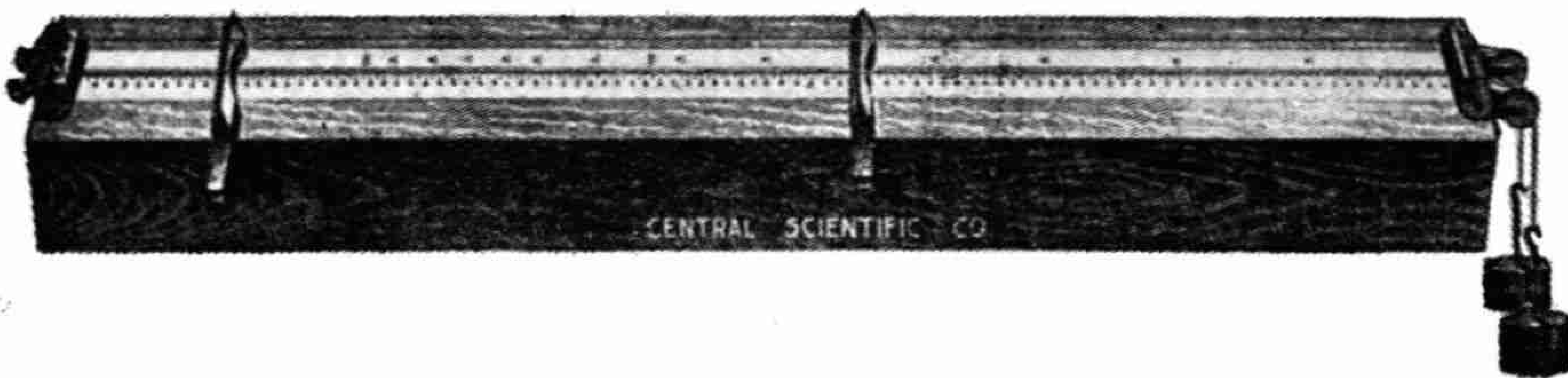
వాయుశూన్య ప్రదేశమందు ధ్వని ప్రసరించలేదన్న విషయమును తొలిని నిరూపించినవాడు రాబర్ట్ బోయిల్. మామూలు తాపక్రమ పరిస్థితులలో వాయుయానకమందు ధ్వని సెకనుకు 1100′ (గంటకు 750 మైళ్లు) వేగముతో ప్రసరించును. ద్రవములందు ధ్వని ప్రసారవేగము సెకనుకు 4700′ అడుగుల రేటులో ఉండును. ఘనములందు ధ్వని ఇంతకన్న ఎక్కువ వేగముతో ప్రసరించును. ఏ వాయు యానకమందైనను ధ్వనియొక్క వేగము $V = \sqrt{\gamma p/d}$ అను లాప్‌లాస్ చే లబ్ధమైన సమీకరణముచే నిర్ణీతము. ఈ సమీకరణమందు $p =$ వాయుప్రేషము, $d =$ వాయుసాంద్రత, $\gamma$ (గామా) ఆ వాయువుయొక్క స్థిర ప్రేష విశిష్టోష్ణతకును, స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణతకును గల నిష్పత్తి (చూ. వాయువులు); గాలికి $\gamma$ విలువ 1·41 కు సమానము. గాలికాక ఇతర యానకము లందు ధ్వని వేగమునకంత వ్యవహార సార్థకతలేదు. అనుదైర్ఘ్యముగ స్పందించు ఘన వస్తువునందు ధ్వనివేగము $V = \sqrt{\frac{Y}{d}}$ అను సమీకరణముచే లెక్కించవచ్చును.

ఇచ్చట $Y =$ యంగ్ మోడ్యులస్ (స్థితిస్థాపకతా గుణకము). దృష్టాంతమునకు ఉక్కులో ధ్వనివేగము సెకనుకు 3 మైళ్ళకన్న కొంచెము ఎక్కువ. ఘనములందుఅట్టి వేగాతిశయమునను రైలురోడ్డు పట్టాలపై గుర్తించవచ్చును. రైలుపట్టాను రాతితో కొట్టినపుడు, ఈ కొట్టిన స్థలమునకు 100′ దూరములోఉన్న ఒక ప్రత్యవేక్షకునికి రెండు ధ్వనులు వినిపించును. మొదటిది పట్టాలద్వారాను, మరి కొంతకాలము గడచిన తరువాత రెండవది వాతావరణము ద్వారాను ఈతని చెవిని చేరును.

కాని ధ్వనివేగము తాపక్రమముతో మారును. దృష్టాంత వాయువునందు ఈ వేగము పరమ తాపక్రమముయొక్క వర్గమూలముతో అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండును. ఇట్లు వేడిగాలిలో, చల్లని గాలిలో కన్న ధ్వనికి ఎక్కువ వేగము ఉండును.

**తీవ్రత, ఉచ్చత, గుణము:** మనచెవి గ్రహింపతగు ధ్వనికి మూడు విశిష్టలక్షణములు ఉన్నవి; అవి తీవ్రత, ఉచ్చత, గుణము. ఏదేని స్వరముయొక్క తీవ్రత ధ్వనించు వస్తువుయొక్క కంపన విస్తారముపై ఆధారపడియుండును; ఈ కంపన విస్తారము వస్తువుయొక్క పరిమాణముబట్టి ఉండును; స్వరోచ్చత ధ్వనించు వస్తువుయొక్క కంపన పౌనఃపున్యమునుబట్టి ఉండును. ఈ విషయమును తిరుగుచున్న సావర్ట్ పండ్ల చక్రము సహాయమున నిరూపించవచ్చును. ఆ చక్రపుపండ్లను ఆనుకొనునట్లు ఒక అట్టముక్కను ఉంచినచో దానినుండి ఉద్గతమగు స్వరముయొక్క ఉచ్చత, చక్రపువేగముతో ఎక్కువగు చుండును. ఇంతేగాక రెండు స్వరముల పౌనఃపున్యముల నిష్పత్తి 2:1 అగుచో ఈ రెండును స్వరాష్టక సంబంధమును కలిగి ఉండును. స్వరముయొక్క గుణము దానికి కారణమగు వాయు తరంగస్వరూపమునుబట్టి ఉండును. ఈస్వరూపము మరల కంపించువస్తువుయొక్క ఆకృతి, దానిని కొట్టురీతి, ఆ కంపించు వస్తువుయొక్క ఆధారఫలక స్వభావము- వీటినిపట్టి ఉండును.

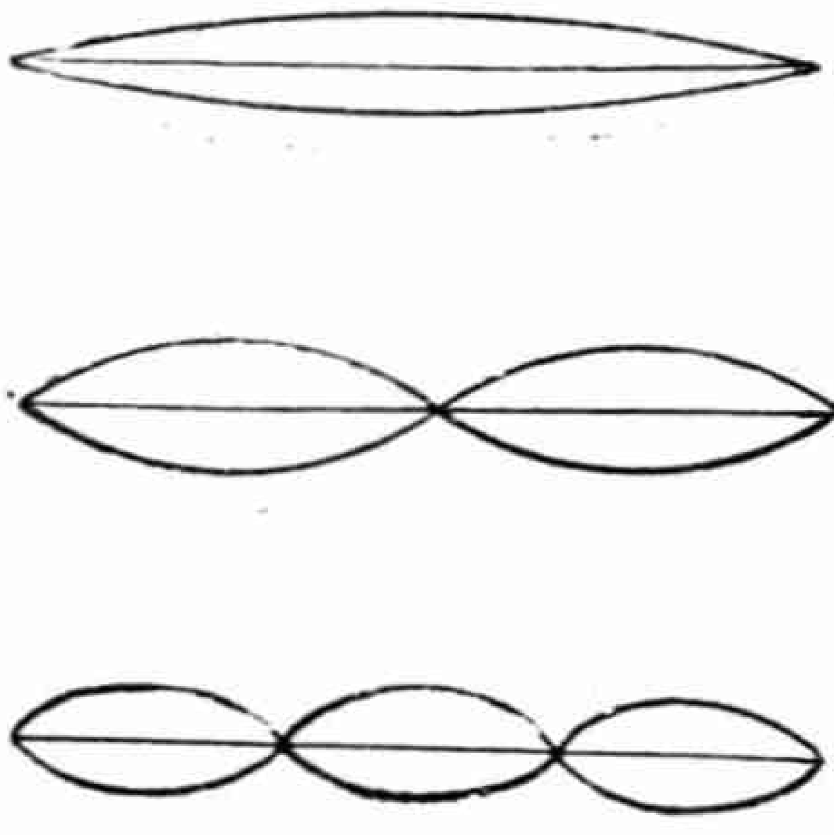
**ఆతత తంతువుల కంపనము:** రెండువైపుల కీలితమై రెండు మేకులమధ్య సాగదీసి కట్టబడిన తీగ (తంబుర తీగ, వీణ తీగ) మీటినపుడు ఆ తీగగుండ ఇటునటు ఒక తరంగము పయనించును. ఈ తరంగము పయనించువేగము తీగ ఆతతి (బిగువు)ని, ఆతీగయొక్క ప్రమాణదైర్ఘ్యమునకు ఉండు భారమునుపట్టి ఉండును. ఈ నియమమును సోనా మీటరు అను పరికరముచే రుజువుచేయవచ్చును. సోనా మీటరు అనగా ఒక ధ్వని ఫలకముపై రెండు అసిధారలపై సాగదీసి ఉంచిన తీగ. తీగ ఒక కొన స్థిరబద్ధమై, రెండవకొనకు తెలిసిన భారమును వేలాడదీయుదురు. ఈభారము ఆ తీగ బిగువును నియమించును. ఆ ధ్వని ఫలకముపై తీగ క్రింద ఒక ఇటునటు జరుపుటకు వీలుగానుండి, కత్తి మొనవంటి అంచు కల కొయ్యపీటను ఉంచుటవలన ఆ తీగయొక్క పని చేయు పొడవును మార్చవచ్చును వేలాడదీసిన భారముల మార్చుటవలన తీగ బిగువును మార్చవచ్చును. భిన్నద్రవ్యములతో చేయబడిన తీగలను

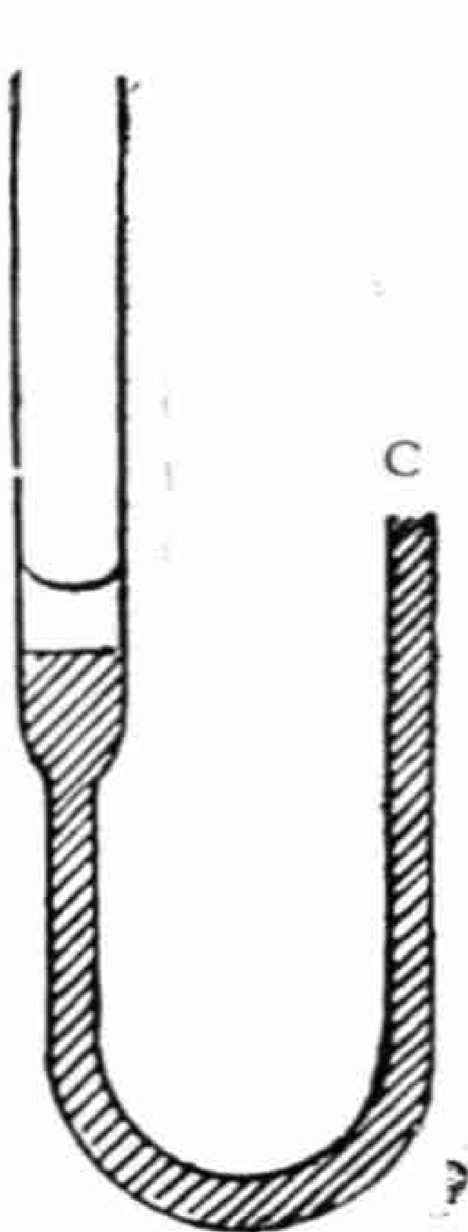


1 వ చిత్రము. సోనామీటరు

ఉపయోగించి తీగయొక్క ప్రమాణదైర్ఘ్య భారమును మార్చవచ్చును. తీగ క్రిందనున్న పీటను ఇటునటు జరుపుట వలన ఒక స్వనద్విభుజముతో ఆతీగ సమానమగు స్వరోన్నతి కలిగిన స్వరమును ఇచ్చునట్లు చేయవచ్చును.

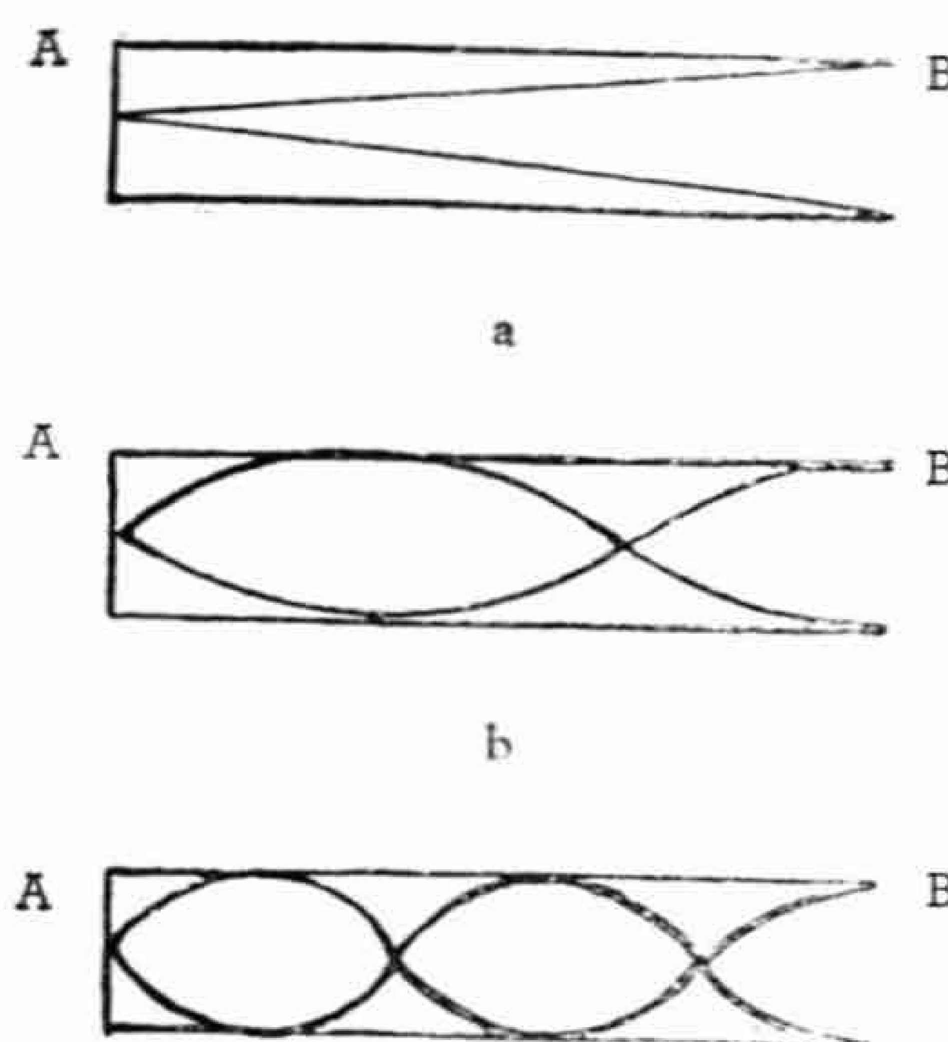
ఉపస్వరములు : ఒక బిగింపబడిన తీగను మధ్యగా వేలుతో మీటుటవలన అది 2వ చిత్రములో చూపిన రీతిని కంపించును. ఈ తీగ ఇచ్చు స్వరమును ఆ తీగ యొక్క మౌలిక స్వరము అందురు. ఆ తీగనే దాని బిందువువద్ద కదలకుండ నిరోధించి ఇంకొకచోట మీటినచో, అదిప్రక్క చిత్రములో చూపిన రీతిని మౌలిక స్వరమునకు అష్టకముగాఉన్న స్వరమును ఇచ్చుచు, కంపించును. ఈ రెండవసారి వినబడు స్వరమునకు మొదటి స్వరమునకున్న పౌనఃపున్యముకన్న మూడింతల పౌనఃపున్యము ఉండును. ప్రయోగముల ఫలముగ ఈ తీగయొక్క ప్రవర్తనను సాధారణీకరించినచో స్థిరబంధన బిందువుగల ఆ తీగ పొడవులో $1/n$ వ భాగము వద్దకున్న బిందువు వద్ద నిరోధించినచో, ఉద్గతమగు స్వరము, ప్రాథమిక స్వరము కన్నను $n$ ఇంతలు పౌనఃపున్యము కలిగి ఉండును, అని నియమము ఒకటి ప్రకటితమగును : ఇప్పుడు ఈ స్వరమునకు $(n-1)$ వ ఉపస్వనము అని పేరు. పై చిత్రము చూపిన కంపించు తీగవిషయమై ఫోరియర్ విశ్లేషణములను, గణితశాస్త్ర విశ్లేషణ విధానమును వినియోగించి 2b చిత్రములోని వక్రరేఖ a, b, c వంటి చిత్రములలో ప్రదర్శింపబడిన వక్రరేఖల సంమిశ్రమని చూపవచ్చును. అనగా ఒక ఫిడేలు తీగయొక్క స్వరము దాని మౌలిక స్వరము యొక్క పౌనఃపున్యముతో పూర్ణాంక గుణిజ నిష్పత్తిలో ఉండు భిన్న పౌనఃపున్యములుగల ఉపస్వరముల కలయిక; అనగా దాని ప్రధాన స్వరమును దానికి సంబంధించు ఉపస్వరములను కూడ, మీటునపుడు తీగ ఉత్పాదించును. ఈ వేరువేరు ఉపస్వనముల తీక్ష్ణతలు ఆ తీగను ఫలకముపై బిగించినరీతిని, దాని మీటు రీతిని బట్టి ఉండును. ఉద్గతస్వరము యొక్క గుణము ప్రధానస్వర ఉపస్వరముల కలయికపై ఆధారపడి ఉండును ఇదియే భిన్నభిన్నతంత్రీ వాద్యములనుండి ఉద్గతమగు స్వరముల విలక్షణతకు కారణము.


2 వ చిత్రము



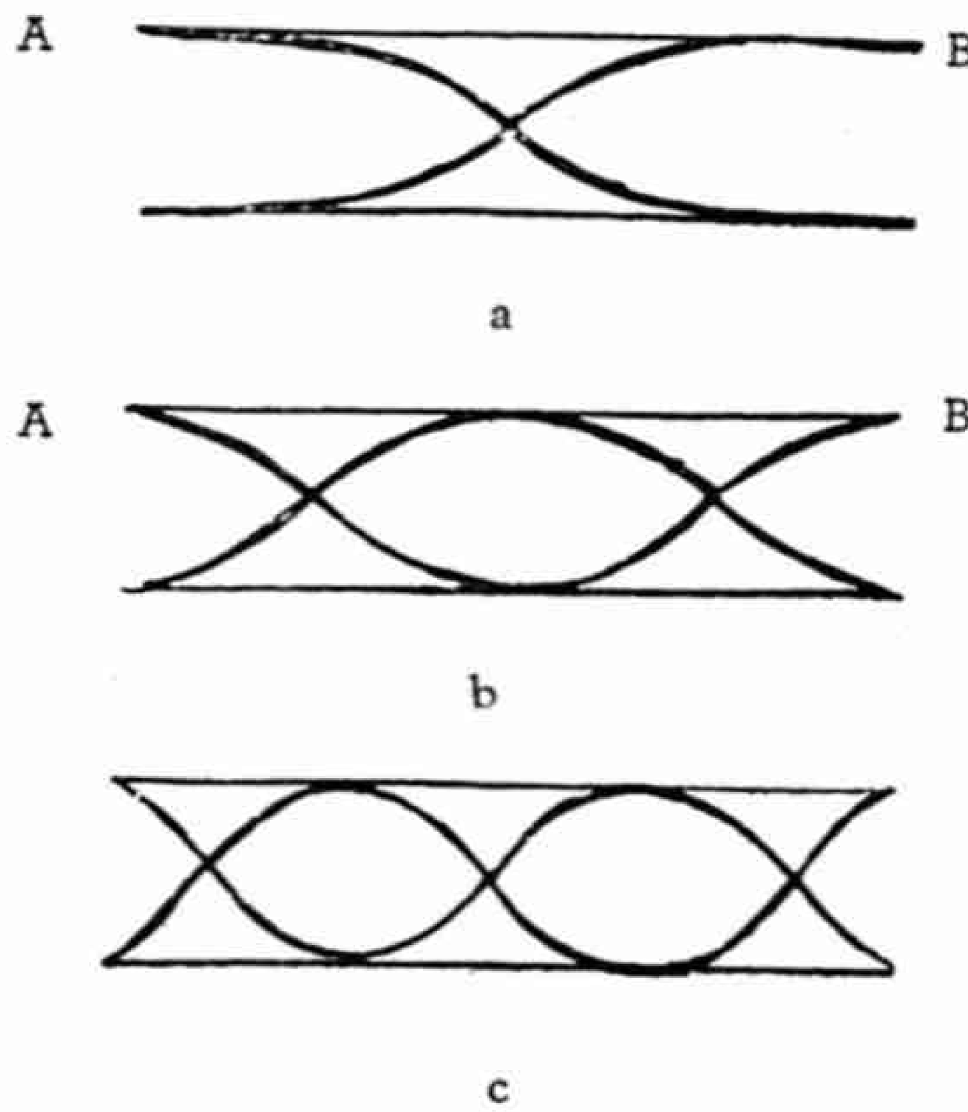
3 వ చిత్రము

గొట్టములలో కంపించుచుండు వాయుశలాక, అనేకములగు సుషిర వాద్యములందు ధ్వనిని కలుగజేయును. చిత్రములో AD అనునది, మీదకొనను వివృతమై, క్రింది కొనను ఒక జలస్తంభముచే సంవృతమై ఉన్నది. BC అను రబ్బరు గొట్టము సహాయమున, జలస్తంభపు మట్టమును క్రిందికి, మీదికి మార్చవచ్చును. ఒక కంపించుచున్న స్వనద్విభుజమును A ప్రక్క చిత్రములో చూపిన రీతిని ఉంచినచో, ఆ స్వనద్విభుజము యొక్క కంపన కాలమునకు సమానమగు కంపన కాలముతో ఆ గొట్టమందలి వాయుశలాక AD కంపించును: ఆ వాయుశలాకయొక్క సహజకంపన కాలమునకు సమానమగు కంపన కాలముతో కంపించునట్టి లేదా ఆ స్వనద్విభుజము కలుగజేయు స్వరము యొక్క ఉపస్వరము ప్రదర్శించునట్టి కొన్ని స్థానములు ఆ నీటి మట్టమునకు ఉండును. ఈ పరిస్థితిలో అనునదనము సంభవించి ఆ వాయుశలాక ప్రబలమైన స్వరమును జనింపజేయును. ఇట్టి పరిస్థితులలో AD పొడవు $\frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}$ ....... శ్రేణిలో ఉండును (ఇచ్చట $\lambda$ ఆస్వరము యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము లేక అలపొడవు). ఈ భిన్న పక్షములందు ఈ వాయు శలాకయందు సంభవించు కంపనముల రీతులను ఈ క్రింది స్థానచ్యుతి చిత్రము చూపును. Aలో దాని మౌలిక స్వరమును గొట్టము ఇచ్చుచున్నది. B మొదటి ఉపస్వరము యొక్క స్థానచ్యుతి రూపమును చూపుచున్నది. దీనిపౌనఃపున్యము మౌలికస్వరపు దానికి మూడింతలు ఉండును.



4 వ చిత్రము
ఒకవైపు మూసిన నాళమందు తరంగరూపములు

చిత్రము Cలో గొట్టము దాని రెండవ ఉపస్వరమును వెలిబెట్టుచున్నది. దీని పౌనఃపున్యము మౌలిక స్వరపుదానికి అయిదింతలు ఉండును. క్రింద మూయబడిఉండు ప్రత్యక్ష సుషిర వాద్యమునందు, ప్రధానస్వరముతో కలసి ఉపస్వరములు ఉండును. వాటి సాపేక్షతీక్ష్ణతలు ఆవాద్యపుధ్వని యొక్క విశిష్టతను నియమించును. చిత్రము 5లో రెండు వైపుల తెరచియున్న గొట్టమందు గాలియొక్క స్థానచ్యుతి రూపములు కననగును. A,B,C అనునవి క్రమముగ మొదటి మౌలిక స్వరము రెండవ, మూడవ, ఉపస్వరముల స్థానచ్యుతి రూపముల తెలియజేయును. రెండవ మూడవ ఉపస్వరముల పౌనఃపున్యములు మొదట దానికి రెండింతలు, మూడింతలుక్రమముగా ఉండును. రెండు వైపుల తెరచిఉన్న గొట్టములో ఉపస్వరముల సరిచేసి రూపములన్నియు ఉండును. కాని ఒకకొనను మూసియున్న దానిలో బేసి అంకెలచే నిరూపించబడు ఉపస్వరములే ఉండును.




5వ చిత్రము
వివృతనాళమందు తరంగరూపములు

ధ్వని - వక్రీభవనము : ఏక రూపమగు యానకమందు ధ్వని మారని వేగముతో పయనించును. యానకము ఏకరూపము కానపుడు, ధ్వని ఏకరూపముగా ప్రసరించదు. దాని ప్రసరణ దిశ మారును. ఏలన దాని ద్రుతి యానకము యొక్క వేరువేరు భాగములందు వేరువేరుగ ఉండును. ద్రుతియందు గలుగు భేదకారణమున కలుగు వంపుడు ' వక్రీభవనము ' అని పేరు.

గాలియందు గోచరించు ధ్వని ప్రసారవిధము దీనికి చక్కటి దృష్టాంతము. వాయువు శరీరమంతట తాపక్రమము ఏకరూపమై, చలించని స్థితిలో వాయువు ఉన్నపుడు, ధ్వని అన్నిదిశల ఆ వాయువునందు ఏకరూపమున పయనించును. ఈస్థితి చాల అరుదుగ సంభవించును. ఏలన వాయువు నిశ్చలముగ ఉండుటగాని ఏకరూప తాపక్రమము కలిగి ఉండుటగాని ఎప్పుడోగాని సంభవించదు. నిర్మలమైన వేసవి రోజున భూమియొక్క పై భాగము వేడెక్కును. దానిని అంటిపెట్టుకొనిన గాలి పొరలలో పైపొరలలోకన్న తాపక్రమము ఎక్కువ. ధ్వని వేగము తాపక్రమముతో ఎక్కువగును. కనుక పైపొరలలోకన్న క్రింది పొరలలో ఎక్కువ వేగముతో ధ్వని పయనించును. ఈ వ్యత్యాసము కారణముగ ధ్వనితరంగము భూతలము నుండి పెడత్రోవను మళ్లిపోవును. అందువలన భూమిపైనున్న ప్రత్యవేక్షకునికి ధ్వని అట్టిరోజున దూరముగ ప్రసరించునట్లు తోచదు. ఏలన అతనినుండి ఆ తరంగము మళ్లి పైకిపోవును.

ధ్వని-పరావర్తనము : గోడల, కొండల, మేఘముల, భూతలములనుండి ధ్వని తరంగము పరావర్తనము చెందును. పరావర్తనము కాని ధ్వని వినబడదు. ముఖ్యముగా ఇండ్లలోపలనున్న గోడలు, పరికరములు, పరావర్తన తలములుగా ఆచరించి ధ్వనిని వినబడునట్లు చేయును.

ధ్వని తరంగములను వక్రతలములనుండి ప్రతిఫలింపజేసి ఇష్టదిశలో ఎక్కువ ధ్వనిశక్తి ప్రసారితమగునట్లు చేసి దాని వలన ఎక్కువ దూరమున ఆధ్వని వినబడునట్లు చేయవచ్చును. బూరాల ఉపయోగమే ఇది.

ధ్వని-మిథోఘట్టనము: చూ. ఆఘాతస్వరములు పు. 166.

ధ్వని విచూషణ : ఏదేని తరంగ చలనము ఒక యానకముగుండ పోవునపుడు, ఆతరంగ చలనమందు పాల్గొను కణముల సక్రమగతి కొంత అక్రమగతి (తాపము)గ మారును. దీనినే తరంగమునుండి శక్తి విచూషించబడినది అందుము. కొన్ని వస్తువులకు ధ్వని విచూషణ గుణము చాలతక్కువ ; కొన్నిటికి ఎక్కువ. ఫెల్ట్ వంటి రంధ్రములు గల ద్రవ్యము ధ్వనిని ఎక్కువగ విచూషించును, ఏలన ఆ ధ్వనిశక్తి ఆ రంధ్రములలో తాపముగ మారును. అందుకనియే గోడలగుండ, నేలగుండ పోవు, లేదా వాటినుండి పరావర్తితమైన ధ్వనిని తగ్గించవలెననిచో వాటిని విచూషణశక్తి ఎక్కువగాగల రగ్గులు, దుప్పట్లు, ఫెల్ట్లు మొదలగు మెత్తటి వస్తువులతో కప్పుదురు. మనుజుని చెవి 30-20,000 సైకిళ్లు మధ్యనున్న పౌనఃపున్యముగల ధ్వనులనే గుర్తించ గలదు. క్రింది మితికి క్రిందనున్న పౌనఃపున్యములను గబ్బిలము, మీది మితికి మీదనున్న వాటిని కొన్నిటిని కుక్కలును గుర్తించగలవు. 20,000 సైకిళ్లుపైనున్న పౌనఃపున్యముగల ధ్వనులకు ' పారస్వనికములు ' (అల్ట్రాసానిక్స్) అని పేరు. (చూ. ఆఘాతస్వరములు, డప్లర్ సూత్రము, పారస్వనికములు, సంగీత ధ్వనులు). మే. వ. న.

నత్రజని : చూ. నైట్రోజన్ పు. 438.

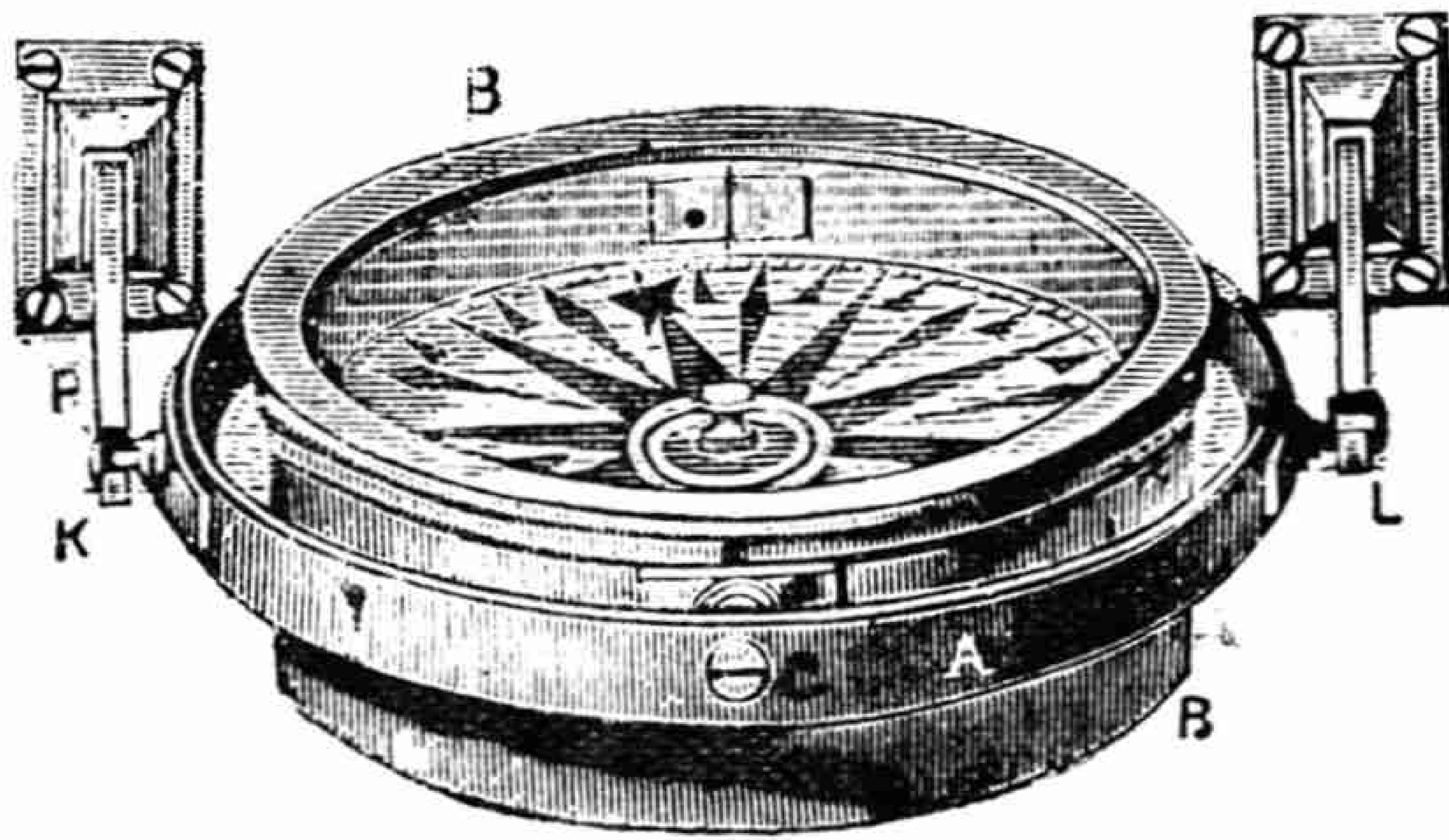
నత్రజని యౌగికములు : చూ. నైట్రోజన్ యౌగికములు పు. 441.

నత్రికామ్లము : చూ. నైట్రోజన్ : నైట్రిక్ ఆసిడ్.

**నాణకధాతువులు** : చూ. రాగి వర్గము.

**నావికదిక్సూచి** : రాత్రింబగళ్ళు అనుభేదము లేకుండ ఎల్లప్పుడు మహాసముద్రములమీద ప్రయాణముచేయు నావికులకు దిక్కులను చూపించు మహోపకారియైన పరికరమే 'నావికదిక్సూచి' ఒక అయస్కాంతపు సూచిని ఒక నిలువు ముల్లుమీద నిలబెట్టినను, లేదా పురిలేనిదారముచే వ్రేలాడదీసినను అది ఎప్పుడును ఉత్తర, దక్షిణములను మాత్రమే చూపునను నియమముమీద ఈ దిక్సూచి పనిచేయును.

సాధారణముగ ఈ నావికదిక్సూచిలో ఒక అట్టముక్క అడుగుభాగమున దానినంటియుండి రెండు మొదలు ఎని




నావిక దిక్సూచి

మిది వరకు అయస్కాంతపు సూదులు సమానాంతరముగ సరూపధ్రువములు ఒకేదిక్కును సూచించునట్లు అమర్చబడి ఉండును. మీది పటములో కన్పడునట్లు అట్టముక్కమీది భాగము 32 భాగములుగ విభజింపబడి ఉండును. నక్షత్రపు గుర్తు ఉత్తరధ్రువమును సూచించును. ఈ అట్టకు మధ్యగ 'అగిట్' అను రాతితో చేయబడిన ఒకటోపీ అమర్చబడి ఉన్నది. ఈ టోపీ ఒక అర్ధగోళాకారము గల చిప్పలో నిలువుగ అతుకబడిన ఒక మొనమీద ఆని ఉండి, ఈ అట్ట క్షితిజ సమానాంతరముగ రాపిడిలేకుండ తిరుగుటకు అవకాశము ఏర్పరచును.

కెరటములవలన ఓడలు ప్రక్కకు ఊగినను, ఈ అట్ట మాత్రము ఎల్లప్పుడు క్షితిజసమానాంతరముగ ఉండుటకు దానిని 'గింబాల్స్' అను ఒకవిధమైన ఆధారముమీద అమర్చెదరు. అనగా, B అను అర్ధగోళాకారపు చిప్పను స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్లు A అను గుండ్రనిచట్రములో ఎదురెదురుగ రెండుచోట్ల (వీనిలో C అనునది ఒకచోటు) వ్రేలాడదీసి తిరిగి ఈ చట్రముకూడ పైచిప్పతిరుగుడుకు 90° లలో స్వేచ్ఛగ తిరుగుటకు K, L అను రెండు నిశ్చిత ఆధారములనుండి వ్రేలాడదీయబడిఉండును. కాని, ఈ సందర్భములో క్రింది విషయములను మాత్రము జాగ్రత్తగ గ్రహింపవలసిఉన్నది :

అయస్కాంతపు ఉత్తరము (అనగా, అయస్కాంతపు సూదిచే నిర్దేశింపబడు ఉత్తర, దక్షిణదిక్కులు) భూగోళపు ఉత్తరమునకు (అనగా సూర్యగమనముచే నిర్దేశింపబడు ఉత్తర, దక్షిణదిక్కులు) కొంచెము కుడివైపునకు గాని, ఎడమవైపునకు గాని తిరిగి ఉండును. ఈ తిరుగుడుకు 'వినమనము' (డెక్లినేషన్) అని పేరు. ఒక ప్రదేశములోని డెక్లినేషన్ తెలిసిన దిక్సూచి సహాయముచే భూగోళపు ఉత్తర దక్షిణములు ఖచ్చితముగ నావికులు తెలిసికొనగలరు. కాన, ప్రపంచములోని వివిధ ప్రదేశముల డెక్లినేషన్ కనుగొనుటకు 1700 లో ఎడ్మండ్, హాలీ అను ఇద్దరు సమానదిక్సూచి తేడాలుగల ప్రదేశములను కలుపు సమదిక్సూచి తేడాపటమును ఒకదానిని ప్రపంచమునకంతకు తయారుచేసిరి. కాని, భూగర్భమునందలి అయస్కాంతపు మార్పులనుబట్టి ఈ తేడా మారుచుండును. నావికుల ఉపయోగార్థము అట్టి రేఖాపటములు తగు మార్పులతో అప్పుడప్పుడు ప్రకటింపబడుచుండును (చూ. అభినతివర్తులము - పు. 143).

ఇంకను ఓడలోని వివిధభాగములు మెత్తని ఇనుము, ఉక్కుచే చేయబడుటచే అవి భూగర్భములోని అయస్కాంతముచే అశాశ్వతముగను, శాశ్వతముగను అయస్కాంత ప్రేరితములు కాబడి దిక్సూచిలోని అయస్కాంతపు సూదులుచూపు దిక్కులో మార్పు తేవచ్చును. ఈ మార్పు ఓడవెళ్ళు దిక్కునుబట్టికూడ ఉండును. ఈ మార్పులుకూడ నావికులు తెలిసికొని దానికి విరుగుడుగ దిక్సూచికి సమీపమున కొన్ని అయస్కాంతములను, మెత్తని ఇనుపముక్కలను తగినట్లు అమర్చెదరు.

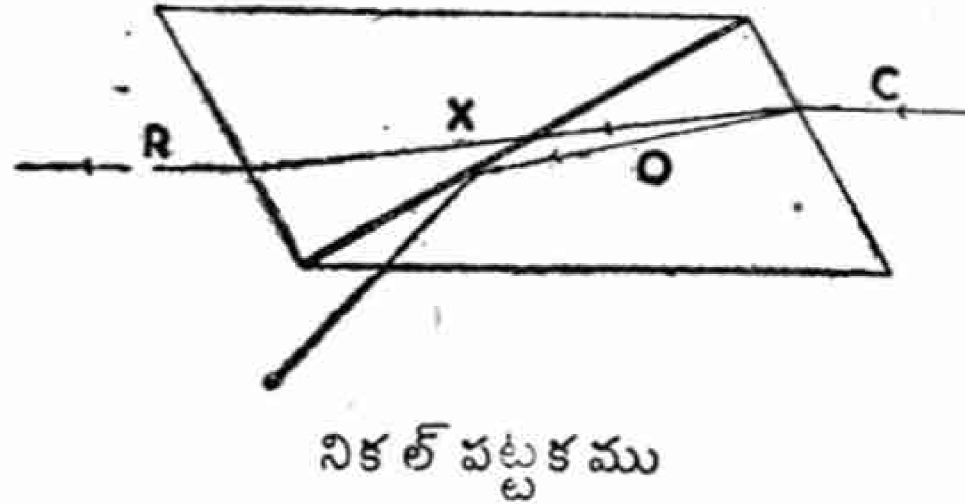
ఇంతే గాక, భూమి మీదను, సముద్రము లోనికిని చొచ్చుకొనిపోయి ఉండు అయస్కాంతపు రాళ్లవలన కూడ అయస్కాంతము చూపు దిక్కులో మార్పులు ఉండును. వీనిని గూడ నావికులు తెలిసికొని భూగోళపు ఉత్తర, దక్షిణములు సరిగ నిర్ణయించుకొనవలెను.

దిక్సూచిలోని అయస్కాంతపుసూదుల అయస్కాంతత్వము ప్రకృతిలోని భీకరమైన మార్పులకు చెడకుండ ఉండుటకు వీనిలోని అయస్కాంతత్వము బాగుగ ప్రేరేపింపబడిఉండి ఆ సూదుల సంఖ్యకూడ రెండు మొదలు ఎనిమిదివరకు పెంపొందింపబడి ఉండును. జి. సు. రె.

**నికల్** : తలధ్రువిత కాంతిని జనింపచేయుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'నికల్' అని పేరు. నికల్ అను పేరుగల స్కాట్లండ్ దేశపు భౌతికశాస్త్రజ్ఞునిచే నిర్మింపబడుటచే దీనికి ఈపేరు వచ్చినది. ఈ పరికరమును ద్వివక్రీభవన గుణము (చూ. ద్వివక్రీభవనము - పు. 423) కల

'ఐస్‌లాండు స్పార్' అను స్ఫటికమునుండి తయారు చేయవచ్చును.

కాల్సైట్ స్ఫటికమును పటవాలుగా కోసి, తిరిగి ఆ రెండు ముక్కలను కెనడాబాల్సమ్ అను ఒక రకమైన జిగురుతో అతికించెదరు. ఈ పరికరపు రూపము ఈ చిత్రములో కననగును. C అను సాధారణ కాంతి కిరణము స్ఫటికమును ప్రవేశించగనే, అది O, X అను రెండు కిరణముల క్రింద విడిపోవును. ఈ రెండిటిలో 'O' అనునది సాధారణ కిరణము; X అనునది అసాధారణ కిరణము. సాధారణకిరణము(O) కెనడా బాల్సమ్ తలముచే ప్రక్కకు పూర్తిగా పరావర్తింపబడును. రెండవది అగు అసాధారణ కిరణము (X) పరికరముగుండా పైకి ప్రసరించును. పైకి ప్రసరించిన ఈ కిరణము R పూర్తిగా ధ్రువితమగును. ఈ ధ్రువిత కిరణముయొక్క కంపనము చిత్రములో కాగితపు తలములోనే జరుగును.



నికల్ పట్టకము

ఏదేని కాంతికిరణము ధ్రువీకృతమైనదో, లేదో నిర్ణయించుటకుకూడ నికల్ పనికివచ్చును. ఆ కాంతిని నికల్ ద్వారా పంపించి బయలువెడలిన కాంతిపై మనదృష్టిని లగ్నముచేసి, నికల్‌ను దాని అక్షముపై త్రిప్పుచుండిన ఒక సన్నివేశములో కాంతి నికల్‌నుండి బయటకురాదు. అప్పుడు మనము నికల్‌ను ప్రవేశించిన కాంతి ధ్రువితము అని చెప్పవచ్చును. అట్లుగాక, నికల్‌ను ప్రవేశించిన కాంతి అధ్రువితమగుచో ధ్రువితమైన కాంతి నికల్ నుండి బయటపడి కాంతి బొత్తిగా నశించదు (చూ. ధ్రువీకరణము; పు. 428). సి. రా. శ.

**నికెల్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 28; సంకేతము **Ni**; పరమాణుభారము 58.71; విశిష్టగురుత్వము 8.9; ద్రవాంకము 1455°C; క్వథనాంకము 3075°C. నికెల్ కలిపిన ధాతుమిశ్రములు చాల కాలముక్రిందటనే చీనాలో ఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. రాగితో కలిసిన ఖనిజమునుండి ఈ ధాతువును 1751 లో క్రున్‌స్టెట్ సాధించెను. కాని దీని సమగ్రనిరూపణను 1774 లో కావించినవాడు బెర్గ్‌మాన్.

**వ్యాప్తి; సంగ్రహణము :** నికెల్ కోబాల్ట్‌కన్న విస్తరించిఉన్న ధాతువు; కాని ఇనుమంతసమృద్ధిగా దొరకదు. ఇనుముతో కలిసి ఉల్కలలో ఈధాతువు కననగును. భూగర్భము అంతయు ఇనుము-నికెల్ మిశ్రమయము. ఈధాతుసాధనకు ముఖ్యములయిన ఖనిజములు అంటారియోలో (కెనడా) విరివిగా ఉన్నవి. అందు ఈధాతువు సాధారణముగా సల్ఫైడ్‌గాను, ఆర్సెనైడ్‌గాను కాపర్ పైరిటీస్‌తో కలిసి ఉండును. గార్నియరైట్ అను మరొక ముఖ్యఖనిజము మగ్నీషియమ్, నికెల్, సిలికేట్‌ల మిశ్రము. ఇది కాలిడోనియా (ఆస్ట్రేలియాకు తూర్పున ఉన్న చిన్నదీవి)లో దొరకును; ఇదికూడ ధాతుసాధనకు పనికివచ్చును.

ఈ ఖనిజమును పొడి చేసి ఉత్‌ప్లవన (తేలగొట్టు) పద్ధతిని సాంద్రీకరింతురు. తరువాత దానిని గాలిలో కాల్చి సల్ఫైడ్‌లను కొంతవరకు ఆక్సైడ్‌లుగా మార్చుదురు. ఈ ఆక్సైడ్‌లను ఇసుక, బొగ్గు, సున్నపురాతితో కలిపి గాలికొలిమిలో కరగించినచో కొంచెము ఇనుముతో కలసిన కాపర్, నికెల్ సల్ఫైడ్‌లు ఏర్పడును. దీనిని కన్వర్టర్‌లో కరగించి వాయుప్రవాహమును పంపినచో ఇనుము సిలికేట్‌గా బయటికి వెడలి, కాపర్, నికెల్ సల్ఫైడ్‌లు మాట్టీగా నిలిచిఉండును. ఈ మాట్టీని తరువాత గాలిలో కాల్చినచో సల్ఫైడ్‌లు పూర్తిగా ఆక్సైడ్‌లక్రింద మారును. గంధకద్రావణములో ఈ ఆక్సైడ్‌లను కరగించినచో కాపర్ ఆక్సైడ్ కరగి నికెల్ ఆక్సైడ్ మడ్డిగానిలుచును. ఈ మడ్డిని అరబెట్టి 300° C కు వేడిచేసి వాటర్‌గాస్ (కార్బన్ మోనాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ మిశ్రము) ప్రవాహమును పంపించినచో నికెల్ ఆక్సైడ్ ధాతుచూర్ణముగా అక్సీహరించబడును. ఈచూర్ణమును 80°C వరకు వేడిచేసి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ వాయుప్రవాహమునకు గురిచేసినచో నికెల్ కార్బొనిల్ $[Ni(CO)_4]$ అను వాయురూపద్రవ్యముగా నికెల్ అంతయు పైకెగయును. తరువాత ఈ వాయువును 150° C వరకు వేడిచేసి గోపురములలో అమర్చిన నికెల్ గుండ్లమీదుగా పంపించినచో కార్బొనిల్ విశ్లేషించి అందలి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ పైకి ప్రసరించి ధాతువు నికెల్ గుండ్లమీద నిక్షిప్తము అగును. విడివడిన కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌వాయువును మరల వాడుకచేయవచ్చును. ఈవిధానమునకు 'మాండ్ విధానము' అని పేరు.

**గుణములు, ఉపయోగములు :** ఇది ఒక తెల్లని కఠినమైన ధాతువు, బాగా మెరుగుపెట్టవచ్చును. విలీన ఆమ్లసంపర్కమున అతివిరళముగా హైడ్రోజన్‌ను ఇచ్చును. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తోమట్టుకు త్వరితముగా సంఘటించును. ఉక్కును తయారుచేయుట ఈ ధాతువుయొక్క ముఖ్య ఉపయోగము. మోనెల్ ధాతుమిశ్రము (70% నికెల్ + 30% రాగి), జర్మను సిల్వర్ మొదలగు ఇనుము కలవని ధాతు మిశ్రములుకూడ చాల ముఖ్యములు. అందు మొదటిది క్షారములలో మార్పు చెందనిది అగుటచే

సోడాక్షారమును తయారుచేయు పాత్రలుగా ఉపయోగింతురు. రెండవ ధాతుమిశ్రము గృహోపకరణనిర్మాణమునకు విరివిగా పనికివచ్చును. ఈ ధాతువు ఇనుముమీద, ఇత్తడిమీద, రాగిమీద పైపూతగా ఎక్కువ ఉపయోగములో ఉన్నది: వనస్పతిఘృతమును తయారుచేయుటయందు ప్రేరకద్రవ్యముగా ఈ ధాతుచూర్ణమును వాడుదురు.

యౌగికములు : ముఖ్యమైన ఆక్సైడ్‌లు నికెలస్ ఆక్సైడ్ (NiO), నికెల్ పెరాక్సైడ్ ($NiO_2$).

నికెలస్ ఆక్సైడ్ : లవణాధారధర్మము కలది, యోజనీయత రెండు. ఫెర్రస్, కోబాల్టస్ లవణములతో సదృశము లగు నికెలస్‌లవణములను ఇచ్చును. ఈ నికెల్ లవణములు ఇనుము, కోబాల్ట్ లవణములవలె ఆక్సీహరణములుగావు. నిర్జలస్థితిలో ఇవి పసుపువర్ణముగా ఉండును. తడివి ఆకుపచ్చగా ఉండును.

నికెల్ సల్ఫేట్ ($Ni_2SO_4$): చాలప్రచురముగాఉన్న లవణము. నికెలస్ ఆక్సైడ్‌నుగాని, కార్బొనేట్‌నుగాని విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించినప్పుడు ఏర్పడును. ఈ ద్రావణము సాంద్రీకరించినచో ఆకుపచ్చనిరంగుగల నికెల్ సల్ఫేట్‌స్ఫటికములు ఏర్పడును. అమోనియమ్‌సల్ఫేట్‌తో నికెల్ సల్ఫేట్ ద్విలవణము $[(NH_4)_2SO_4, NiSO_4, 6H_2O]$ను ఇచ్చును. ఈ ద్విలవణమును నికెల్ ధాతువిద్యున్మలామా చేయుటకు ఉపయోగింతురు.

నికెల్ కార్బొనిల్ $[Ni(CO)_4]$ వివర్ణమగు ద్రవద్రవ్యము. నికెల్ ధాతువుపై కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ను 80° C వద్ద పంపించినప్పుడు ఏర్పడును. మరల 150°C వద్ద ధాతువుగాను, మోనాక్సైడ్‌గాను సంపూర్ణముగా విశ్లేషించును. ఇది మాండ్ విధానమునందు నికెల్ ధాతువును సాధించుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. కోబాల్ట్‌వలె నికెల్ కూడ కొన్ని క్లిష్టయౌగికములను ఇచ్చును. ఎన్. బి. వి. కె. రావ్.

**నియోబియమ్ :** రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము, పరమాణ్వంకము 41, సంకేతము **Nb**, పరమాణుభారము 92.91. దీని ఉనికిని 1801లో చార్లెజ్ హాచెట్ కనుగొన్నారు. విశిష్టగురుత్వము 8.5; ద్రవాంకము 1950° C. దీనికి కొలంబియమ్ అను మరొక పేరుగలదు. ఇది సాధారణముగా టాంటాలమ్‌తో కూడ కలిసి దొరకును. సామర్‌స్కైట్, కొలంబైట్ $[Fe(NbO_3)_2]$ అనునవి మరిరెండు దీని ప్రధాన ఖనిజములు (చూ. వెనేడియమ్ వర్గము). మే. వ. స.

**నిర్వాతాభిషవణము :** చూ. రాసాయనిక సామాన్య విధానములు.

**నిష్క్రియత :** క్రోమియమ్, ఇనుమువంటి కొన్ని ధాతువులు సాంద్రనైట్రిక్ ఆసిడ్ వంటి ఆక్సీకరణ ద్రవముల సంపర్కమున కొద్దికాలము ఉంచినచో వాటి చురుకుదనమును కోలుపోయి హైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లయందు రాసాయనిక ప్రవృత్తిని చూపవు. ఇట్టి స్థితికి ' నిష్క్రియత ' అని పేరు. ఈ స్థితిని వేడిమి, ముఖ్యముగా హైడ్రోజన్, చెరచును. మే. వ. స.

**నీయాన్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము, అపురూపవాయువు (జడవాయువు); పరమాణ్వంకము 10; సంకేతము Ne; పరమాణుభారము 20.183; వాతావరణపు గాలిలోను ముడి ఖనిజములలోను దొరకును. దీనిని 1898 లో ఇంగ్లీషువారైన రామ్జీ, ట్రావెర్స్ కనుగొనిరి.

ఇది రంగు, రుచి, వాసనలేని వాయువు. ద్రవాంకము - 248. 8° C ; క్వథనాంకము - 246° C ; విశిష్టగురుత్వము 0.0009 ; ఇది దేనితోనుకూడ యౌగికములను ఇవ్వదు. (చూ. జడవాయువులు - పు. 340). * * *

**నీరు :** భూమిమీది జలాశయములలో ద్రవరూపమునను, పర్వతాగ్రములందు మంచుగడ్డగను, గాలిలో ఆవిరిరూపమునను ప్రకృతిలో నీరు వ్యాపించిఉన్నది. సజీవ వస్తుసముదాయమునందు నీరు విశేషముగా కలదు. ఇది అది అననేల, ప్రపంచములోని అన్ని వస్తువులయందును సంయుక్తస్థితిలోగాని, విలీనమైగాని, ఆవరించిగాని ఏ కొలదిగనైన నీరు కలదు. ప్రత్యేకపద్ధతులను ఉపయోగించినగాని ఏ వస్తువునైన జలరహితముగ చేయలేము.

భౌతికధర్మములు : స్వచ్ఛమైన నీటికి వాసన, రుచి, రంగు లేవు. కాని జలాశయములో రాశిగాఉన్న నీటికి ఒకవిధమగు నీలవర్ణము ఉండును. ఇది నీటినిచొచ్చు కాంతిని దాని అణువులు విశేషించుటవలన కలుగును.

అనేక భౌతిక మానవిధానములందు నీటియొక్క భౌతిక ధర్మములు ప్రమాణములుగా గ్రహించబడినవి. నీటి ద్రవాంకము తాపక్రమమాపనముయొక్క 0°C శూన్య తాపక్రమముగను, క్వథనాంకము 100° C తాపక్రమ మానముగను అంగీకరించబడినవి. ఒకగ్రాము నీటియొక్క తాపక్రమమును ఒక సెంటీగ్రేడ్ అంశము ఎక్కువచేయుటకు వలయు ఉష్ణతారాశి (1 కేలోరి) ఉష్ణతయొక్క పరిమాణగణనకు ప్రమాణముగా తీసికొనబడినది. 4° C వద్ద ఘ. సెం. మీ. ఆయతనముగల నీటిభారము ఒకగ్రాము అని నిర్దేశింపబడినది.

4° C వద్ద నీరు గరిష్ఠసాంద్రతను కలిగి ఉండును. ఈ తాపక్రమములోఉన్న నీరు శీతలీకరించినను, వేడిచేసినను వ్యాకోచించును. నీటియొక్క ఈ విశిష్టలక్షణము ప్రకృతిలో

ప్రముఖపాత్రను నిర్వహించుచున్నది. ఈ లక్షణమే పెద్ద పెద్ద జలాశయములందలి నీరు అంతయును గడ్డకట్ట కుండుటకు కారణము. నీరు 4°C లకు చల్లబడగానే బరువెక్కి క్రిందికి దిగిపోయి, పైనున్న నీరు గడ్డకట్టి మంచు అగును. ఈ మంచుపొర క్రిందనున్న నీటిని ఘనీభవించకుండ, జలచరసంచారమునకు ప్రతిబంధములేకుండ కాపాడుచున్నది.

చాలద్రవ్యములకు నీరు మంచిద్రావము. జలద్రావణములను శీతలీకరించినపుడు, ముందుగా శుద్ధజలమే స్ఫటికరూపమున విడిపోయి తాపక్రమముతగ్గినకొలది ద్రావ్యము కూడ నీటితోపాటు ఘనరూపమున మిశ్రమై బయటికి వచ్చును. ద్రావణములనుండి నీటిని బాష్పీకరించినచో ద్రావ్యము(బాష్పశీలము కానిదైనపుడు) మిగిలి ఉండును.

రాసాయనికముగా నీటికి ఆమ్లగుణముగాని, క్షార గుణముగాని లేవు. నిజమునకు నీరు ఆమ్లముల, క్షారముల మధ్య జరుగు తటస్థీకరణ ప్రక్రియాఫలము అని చెప్పవలెను :



$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

అయన్ సిద్ధాంతప్రకారము ఒకకోటినీటి అణువులలో ఒకఅణువు హైడ్రోజన్ ($H^+$), హైడ్రాక్సిల్ ($OH^-$) అయన్‌లుగా విడిపోయిఉండును. ఇంత స్వల్పము అయిన విచ్ఛేదనమును పొందియుండుటచే దీని విద్యుద్వాహకత్వము అత్యల్పము. ఇంత స్వల్పాంశమైనను నీటియొక్క అయన్ విచ్ఛేదనము లవణములను విశ్లేషణమునకు కారణమగుచున్నది. నీటియొక్క అయన్ విశ్లేషణాంశము తాపక్రమము హెచ్చైనకొద్దీ హెచ్చుగుచుండును.

అత్యధికతాపక్రమములలో (1000° C పైని) ఆక్సిజన్ గాను, హైడ్రోజన్‌గాను నీరు రాసాయనిక విచ్ఛేదనమును పొందును. కొన్నిధాతువులు, అధాతువులు, నీటిఆవిరిని హెచ్చుతాపక్రమమువద్ద విచ్ఛేదించి, అందలిఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి, హైడ్రోజన్‌ని విడిచి పెట్టును (చూ. హైడ్రోజన్).

నీరు, నీటిఆవిరి అనేకరాసాయనిక ప్రక్రియలలో ప్రేరక ద్రవ్యములుగా ఆచరించును. బొత్తిగా తడిలేని అమోనియా, హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ వాయువులు రాసాయనికముగా సంయోగించవు. పూర్ణముగా నిరార్ద్రమైన ద్రవ్యములు వాటిస్వాభావికధర్మములనే కోలుపోవును. సాధారణ బెన్జీన్ 78°C వద్ద మరుగును. పూర్ణముగా నిరార్ద్రీకృతమైనబెన్జీన్ 130°C వద్ద మరుగును.

స్ఫటికజలము : జలద్రావణములనుండి స్ఫటికీభవించునపుడు కొన్నిలవణములు నియతసంఖ్య జలాణువులతో స్ఫటికీభవించును. సోడియమ్‌సల్ఫేట్ 10 నీటిఅణువులతో సంయోగించును ($Na_2SO_4$, $10H_2O$); మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ 7 అణువులతో కలసిఉండును ($MgSO_4$, $7H_2O$). లవణములలోఉండు ఈ జలమునకు 'స్ఫటికజల'మని పేరు. ఈ లవణములను వేడిచేసినచో ఈ నీరు ఆవిరిగా పైకిపోవును. నిర్జలలవణము ఇంకొకస్ఫటికరచనను స్వీకరించును. ఇది కారణముగా ఉదకితస్ఫటికము చూర్ణమగును. ఉదకిత సోడియమ్ సల్ఫేట్ వంటి లవణము వేడిచేయ నక్కరలేకుండగనే గాలిలోపెట్టినపుడు చూర్ణమగును. ఈ చూర్ణమగుటకు కారణము, స్ఫటికమందలి జలము ఆవిరి రూపమున గాలిలో కలిసిపోవుట. దీనికికారణము ఉదకితస్ఫటికముయొక్క జలబాష్పప్రేషము గాలిలోని నీటి ఆవిరిప్రేషముకన్న ఎక్కువగా ఉండుట. వాయువులు ఎక్కువ ప్రేషమున్నచోట్లనుండి తక్కువ ప్రేషమున్న చోట్లకు చేరునుకదా ; అందువలన స్ఫటికము ఆ జలబాష్పమును కోలుపోయి నిర్జలసోడియమ్ సల్ఫేట్‌నకు సహజమగు స్ఫటిక రచనను స్వీకరించుటలో ఉదకితస్ఫటికము చూర్ణమైనది. ఉదకితస్ఫటికము ఇట్లు జలమును కోలుపోయి చూర్ణమగుటకు 'ప్రస్ఫురణము' అని పేరు.

దీనికి విరుద్ధసంఘటన ఆర్ద్రీకరణము (చెమ్మగిలుట). వర్షకాలమందు ఉప్పు చెమ్మగిలి ద్రవముగానగుట ప్రతి గృహిణికిని అనుభూతవిషయమే. మామూలు ఉప్పులో ఉండు మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ అను మాలిన్యము దీనికి కారణము. నీటిలో మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ యొక్క ద్రావ్యత చాల ఎక్కువ. అందువలన గాలిలోఉన్న తేమతో సంపర్కము తగిలినవెంటనే మగ్నీషియమ్‌క్లోరైడ్ ఆ తేమలో కరగి సాంద్రద్రావణము ఏర్పడును. ఏతాపక్రమము వద్దనైనను సాంద్రద్రావణముల బాష్పప్రేషము, నీటిబాష్పప్రేషముకన్న చాలతక్కువ. అందువలన బాష్పప్రేషము ఎక్కువగాఉన్న గాలిలోని తేమనుండి సాంద్రద్రావణము నీటి ఆవిరిని ఆకర్షించుకొని విలీనద్రావణము అగును. ఈ ద్రావణము ఏర్పడు సంఘటనలలో ఇదివరకు ఘనముగాఉన్న ద్రవ్యము ద్రవముగా మారును.

కాల్సియమ్ క్లోరైడ్, ఫాస్ఫరస్‌పెంటాక్సైడ్, జింకు క్లోరైడ్, గాఢసల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ వంటివి పరిసరములలో ఉన్న నీటి ఆవిరిని పీల్చుకొనును. అందువలన ఈ ద్రవ్యములు వస్తువులను నిరార్ద్రముగా చేయుటకు ప్రబల శోషకములుగా ఉపయోగపడుచున్నవి.

నీటియొక్క రాసాయనిక సంఘటన నిర్ణయము : నీటిని వైద్యుతముగా విశ్లేషించినపుడు ప్రతిరెండు ఆయతనముల హైడ్రోజన్, ఒక ఆయతనము ఆక్సిజన్ జనించునని చూపి

ఉంటిమి (చూ. రాసాయనిక శాస్త్రమూలభావములు) అందువలన నీటియొక్క ఆయతనాత్మక సంఘటన హైడ్రోజన్ ఆయతనము : ఆక్సిజన్ ఆయతనము :: 2 : 1 అని నిర్ణీతమైనది.

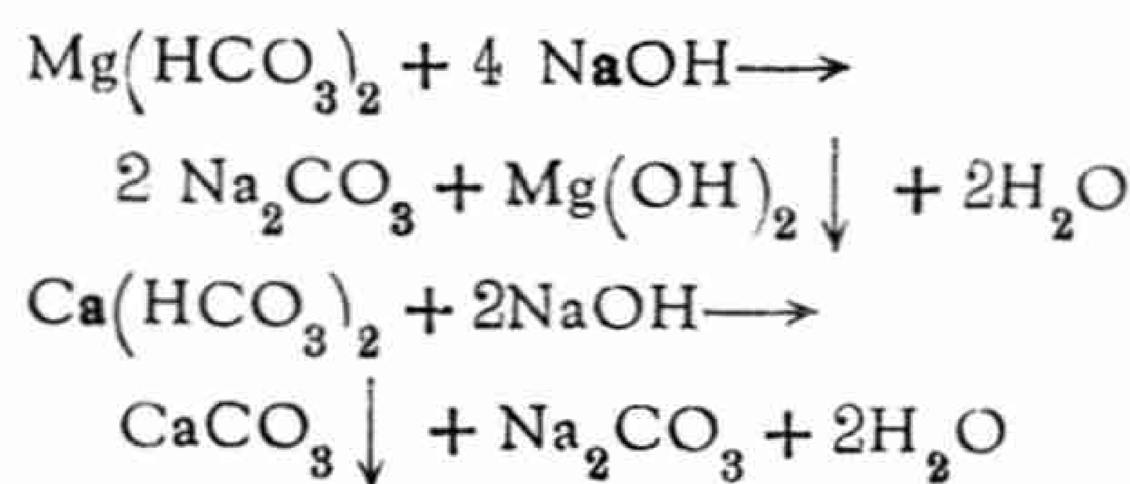
గురూదకము(హెవీవాటర్): హైడ్రోజన్‌కు మామూలు కన్న ఎక్కువ (2) పరమాణుభారముగల సమస్థానీయము (డోయిటీరియమ్) ఉన్నదని చెప్పిఉంటిమి. ఇట్లే ఆక్సిజన్‌కు 16కాక 17, 18 పరమాణు భారములుగల సమస్థానీయములు కలవని సూచించితిమి. డోయిటీరియమ్‌తో $O_{18}$ రాసాయనికముగా సంయోగించుటవలన మామూలు నీటికన్న ఎక్కువ అణుభారముగల నీరు (గురూదకము) ఏర్పడుటకు అవకాశము కలదు. వాస్తవికముగా జి. ఎన్. లూయీచే 20 లీటరుల నీటితో $1\frac{1}{2}$ ఘ. సెం. మీ. శేషించు వరకు విద్యుత్‌విశ్లేషణమును జరిపించినపుడు, ఆ శేషించిన నీరు గురూదకమని రుజువు చేయబడినది.

గురూదకము సాధారణోదకమువలె ఉండును. దీని సాంద్రత 1·1071 ; క్వథనాంకము 101 42°C ; ద్రవాంకము 3·8°C; విశిష్టోష్ణత 1·018. దీనిలో లవణములు మామూలు నీటిలోకన్న 15% తక్కువగా కరుగును. రాసాయనిక ధర్మములలో గురూదకమునకు, లఘూదకమునకు వ్యత్యాసమే లేదని చెప్పవచ్చును. ప్రాణికోటికి గురూదకము అంత ఆరోగ్యకరము కాదనియు, కణజాలములను నశింపచేయుననియు కొందరి అభిప్రాయము; ఇది ఏవిధమగు హానిని ప్రాణులకు ఒనగూర్చదని మరికొందరి అభిప్రాయము.

నీరు - వినియోగము : నీరు మానవుల యొక్క స్నానము, పానము, ఆహారపచనమునకేకాక, అనేక రాసాయనికపరిశ్రమలయందుకూడ అవశ్యకమైన చాల ద్రవ్యము. ఆవిరిఇంజనులకు, కాగితపుగుజ్జునుకడుగుటకు, తోళ్ళను పదునుచేయుటలో, బట్టల నేతపరిశ్రమలో, ఇంకను ఇట్టి అనేకపరిశ్రమలకు నీరు చాల అవశ్యకమైన ద్రవ్యము.

మనుష్యోపయోగమునకుగాని, పారిశ్రామికోపయోగమునకుగాని పనికివచ్చు నీటికి మార్దవము అను ముఖ్యగుణము ఉండవలయును. మార్దవమనగా సబ్బుతో సులభముగా నురుగునిచ్చుగుణము. దీనికి విరుద్ధమైనగుణము కాఠిన్యము, అనగా సబ్బుతో సులభముగా నురుగును ఈయకుండుట.

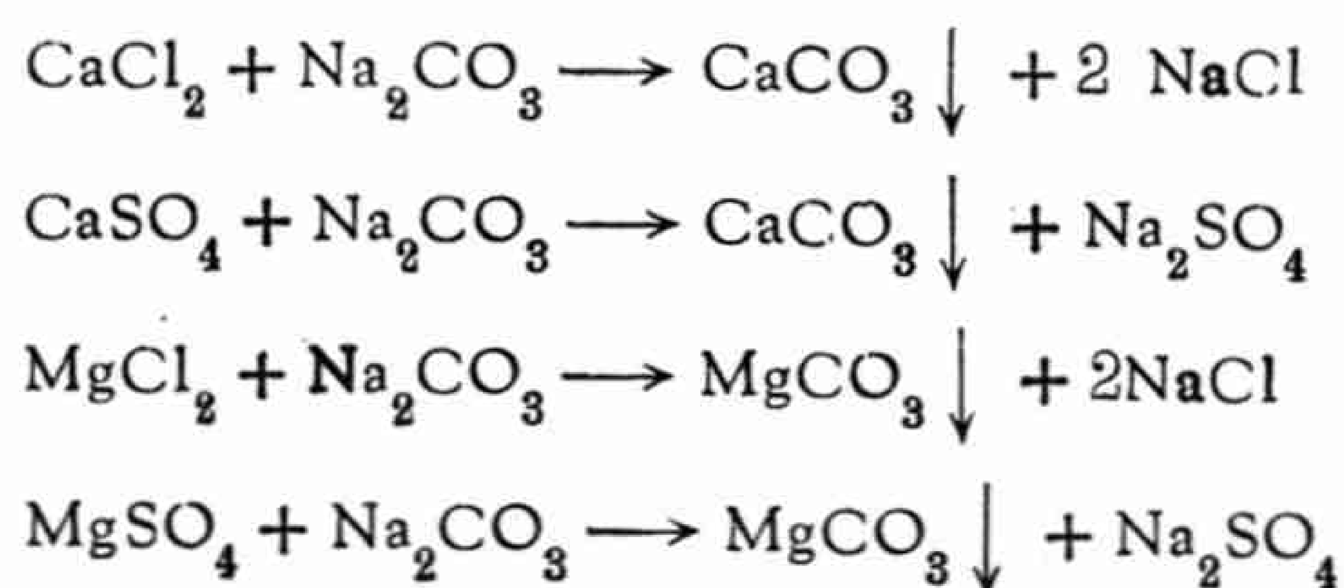
కాఠిన్యము : కాఠిన్యము రెండువిధములు : తాత్కాలికము, 2. శాశ్వతము. అందు మొదటిది నీటిలో మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, బైకార్బొనేట్‌లు లీనమై ఉండుట వలన కలుగునది. నీటిని మరగబెట్టినపుడు ఇది పోవుటచే దీనికి ' తాత్కాలిక కాఠిన్యము ' అని పేరు.



$$Mg(HCO_3)_2 + 4\ NaOH \longrightarrow 2\ Na_2CO_3 + Mg(OH)_2 \downarrow + 2H_2O$$

$$Ca(HCO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2CO_3 + 2H_2O$$

రెండవది శాశ్వతకాఠిన్యము, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్‌లు,సల్ఫేట్‌లు నీటిలో విలీనమై ఉండుటవలన సంభవించును. మరగపెట్టుటవలన ఈ కాఠిన్యము పోదు. కనుక దీనికి శాశ్వతకాఠిన్యము అని పేరు. నీటిలో సోడియమ్ కార్బొనేట్, సున్నము మిశ్రమును కలిపినప్పుడు ఈ రెండు రకముల కాఠిన్యములును అంతరించును. ఇందు జరుగు రాసాయనికప్రక్రియలను క్రింది విధముగ సంకేతించవచ్చును :



$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + 2\ NaCl$$

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

$$MgCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + 2NaCl$$

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

ఏరకపు కాఠిన్యమైనను నీటియందు దోషమే. మామూలు ప్రక్షాళనార్థము వాడుకలో సబ్బు హెచ్చుగాఖర్చగుటయే కాక ఆవిరిబాయిలర్‌లకు ఇట్టినీరును ఉపయోగించుటవలన బాయిలర్ లోపలి ఇనుపగోడపై కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్‌లు పెచ్చుగా ఏర్పడి, ఎంతబొగ్గు కాల్చినను, బాయిలర్‌లలో నీరు వేగముగా వేడెక్కకుండుట అను దుస్థితి సంభవించును. అంతేకాక బాయిలర్ చల్లారునపుడు లవణములపెచ్చు బీటలువారి ఆ బీటలసందునుండి పెచ్చులకు, బాయిలర్‌గోడకు మధ్యను నీరు ఇరుకుకొనును. తరువాత బీటలువారినపెచ్చుపై మరియొక లవణములపొర సాంద్రముగా ఏర్పడినపుడు నీరు బాయిలర్ గోడకును, పెచ్చునకును మధ్య ఖాళీస్థలములో బంధితమగును. బాయిలర్ కాగినపుడు ఈ ఇరుకుచోటఉన్న నీరు ఆవిరియై దాని ఒత్తిడికి బాయిలర్‌గోడ ఆగలేక బ్రద్దలగుటకూడ తటస్థించును. ఇంతేకాక లవణములు విలీనమైఉన్న నీటిని, బాయిలర్‌లకు ఉపయోగించినపుడు అమితముగా నురుగుకట్టుట సంభవించును. అందువలన నీటినుండి ఆవిరి సులభముగా వేరై బయటికి వెళ్ళదు. ఇట్టి ఉపద్రవములు రాకుండ చేయుటకు బాయిలర్‌లకు వాడు నీటినుండి కాఠిన్యమును తొలగించుట అత్యవసరము.

త్రాగుటకు ఉపయోగించునీటిలో కొంతమట్టుకు కాఠిన్యమున్నను హానిలేదు. కాని దానియందు శరీరమునకు రోగమును కలుగజేయుసూక్ష్మజీవులుండరాదు. సూక్ష్మజీవులు లేకుండ చేయుటకు, పట్టణములలో నీటిసరఫరా సంస్థలలో సూక్ష్మజీవినాశకములగు రాసాయనికద్రవ్యములను నీటిలో కలుపుదురు. బురదకణములు లేకుండ ఇసుకలో నుండి నీటిని వడపోయుదురు. ఓజోన్ వాయువును నీటితో కలుపుట సూక్ష్మజీవులను తొలగించుటకు ముఖ్యమైన ఉపాయము.

నీటిని ముడిద్రవ్యముగా ఉపయోగించి, విద్యుత్ విశ్లేషణమువలన ఆక్సిజన్‌ని, హైడ్రోజన్‌ని, ఆవిరిని కాలుచున్న ఇనుముపై పంపినపుడు హైడ్రోజన్‌ని, కాలుచున్న బొగ్గుపై పంపినపుడు హైడ్రోజన్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ మిశ్రమును, పారిశ్రామికముగా తయారు చేయుచున్నారు. పి. వి. కృ. మూ.

**నియోడిమియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 60 ; సంకేతము Nd ; పరమాణుభారము 144·27. దీని ఉనికిని 1885 లో ఔర్ ఫాన్ వెల్జ్ బాక్ కనుగొనెను. విశిష్టగురుత్వము 6·96; నియోడిమియమ్ యొక్క ఆక్సైడ్ $Nd_2O_3$ నీలము రంగులో ఉండును. దీనిని గాజు పరిశ్రమలో ఉపయోగింతురు. * * *

**నెప్ట్యూనియమ్:** ఇది ఒక రేడియోధార్మిక స్వభావము కల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 93 ; సంకేతము Np. పరమాణుభారము 237 ; ఆవర్తక్రమపట్టికలో యురేనియమ్ తరువాత వచ్చును. పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తియంత్రము (సైక్లోట్రాన్, బీటాట్రాన్) లలో మాధ్యమిక ద్రవ్యముగ జనించును. * * *

**నెర్న్‌స్ట్, వాల్టర్ (1864 - 1941) :** జర్మను భౌతిక రాసాయనికుడు. జూరిక్, బెర్లిన్, గ్రాజ్, విర్జ్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి లీప్సిగ్‌లో గాటింజన్‌లో కొన్నాళ్లు పనిచేసెను. తరువాత బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా మరికొన్నాళ్లు పనిచేసి, తరువాత షార్లటన్ బర్గ్‌లో ఫిసికాలిషె టెక్నికల్ రైషాన్ స్టాల్డ్‌కు దర్శకుడుగాఉండి కొనకు బెర్లిన్ యూనివర్సిటీ భౌతికశాస్త్ర సంస్థకు నిర్దేశకుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఈతని పరిశోధనలు భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్ర పరిధిలోనివి ; పరివర్తనీయ విద్యుత్‌ఘటములు, ద్రావణ సిద్ధాంతములందు ముఖ్యముగా విద్యుత్ విశ్లేష్యముల ప్రసరణము, జలీకరణము, విద్యుత్ విశ్లేషణము అను విషయముల గురించిన పరిశోధనలు ఈయన చేపట్టి అద్భుత ఫల పర్యవసానములకు తెచ్చెను. నిమ్న తాపక్రమములవద్ద ఘనముల విశిష్టోష్ణతను గురించి ఈతడు గావించిన ప్రయోగములు ఘనస్థితిని గురించిన సిద్ధాంతములకు తోడ్పడి, తృతీయశక్తి నియమప్రతిపాదనకు దారితీసినవి. 1920 లో ఈతని రాసాయనికశాస్త్ర పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమతి లభించినది. మే. వ. స.

**నేలబొగ్గు :** చూ. కార్బన్ ; పు. 257.

**నైట్రోజన్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 7 ; సంకేతము N ; పరమాణుభారము 14·008 దీని ఉనికిని 1772 లో డేనియల్ రూతర్‌ఫర్డు కనుగొనెను. ఈ వాయుమూలద్రవ్యము భూమిని ఆవరించి ఉండు వాతావరణమునందు ఆయతనములో 78%ను, బరువులో సుమారు 76%ను కలదు. అంతేకాక ఇది సూర్యుని యొక్కయు, నక్షత్రముల యొక్కయు, కొన్ని నెబ్యులాల యొక్కయు వాతావరణములలో ఉన్నట్లు స్పెక్ట్రోస్కోప్ ద్వారా తెలిసినది. దీనిని ' నత్రజని ' అనికూడ అందురు.

ఇది నైటర్ (సురేకారము లేదా బెంగాల్ సాల్ట్ పీటర్ లేదా పొటాసియమ్ నైట్రేట్) గాను, చిలీసాల్ట్ పీటర్ (సోడియమ్ నైట్రేట్) గాను భూపృష్ఠమున దొరకును. జంతుశరీరనిర్మాణములో ప్రాముఖ్యమును వహించు జీవపదార్థమగు ప్రోటోప్లాజమ్‌లోను, రక్తమునందు ఉండు వర్ణద్రవ్యమగు హెమోగ్లోబిన్‌లోను నైట్రోజన్ సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది.

**భౌతికధర్మములు :** ఇది రంగు, రుచి, వాసనలేనటువంటి వాయువు. గాలికంటె కొంచము తక్కువ బరువైనది. హైడ్రోజన్‌తో పోల్చినప్పుడు దీని పరమాణుభారము 14·008 ; ఇది నీటిలో ఆక్సిజన్‌కన్న కొద్దిగ తక్కువగా కరుగును.

కొద్దిగా ప్రయోగశాలలోను, విరివిగా పరిశ్రమలలోను నైట్రోజన్ వాయువును తయారుచేయుటకు చాలపద్ధతులు అమలులో ఉన్నవి.

**ప్రయోగశాలలో నైట్రోజన్ తయారీ :** ప్రయోగశాలలో నైట్రోజన్‌ని దాని యౌగికములనుండిగాని, గాలినుండికాని రాసాయనికవిభాగమువలన తయారుచేయుదురు. గాలి నుండి మండుచున్న భాస్వరముచే ఆక్సిజన్‌ను తొలగించి దీనిని విడదీయవచ్చును. తేమగాఉన్న గాలిలో పచ్చ భాస్వరపుముక్కలనుగాని, ఇనుపపొడినిగాని ఉంచిన అవి ఆక్సిజన్‌తో రాసాయనికసంయోగమునొంది నైట్రోజన్ మిగులును. పైరోగెలాల్ అను కార్బన్ యౌగికము యొక్క క్షారద్రావములతో గాలిని కలిపినచో ఆ ద్రావణము ఆక్సిజన్‌ని హరింపగా నైట్రోజన్ శేషించును. అమోనియావాయువును కాలుచున్న కాపర్ ఆక్సైడ్ ముక్కలపై పంపించినను కూడ నైట్రోజన్‌ను పడయవచ్చును.

అమోనియమ్ నైట్రైట్ * అను లవణమును వెచ్చబెట్టినచో నైట్రోజన్ శీఘ్రముగా వెలువడును. అమోనియమ్ డైక్రోమేట్‌నుకూడ వెచ్చజేసిన నైట్రోజన్ చురుకుగా వెలువడును. ఇది చాల శక్తిమంతమైన మార్పు. ప్రమాదము లేకుండుటకుగాను దీనికి నవాసారము (అమోనియమ్ క్లోరైడ్) కూడ చేర్చి, వేడి చేసెదరు.

పారిశ్రామిక పద్ధతి : గాలిని చల్లార్చి ఒత్తిడిచే ద్రవీభూత మొనర్తురు. దీనిని వాయుద్రవము అందురు. ద్రవీభూతమైన గాలిని ఆంశిక స్వేదన మొనరించినపుడు నైట్రోజన్ సులభముగా వాయురూపము పొంది పైకి వెడలును. ఆక్సిజన్ ద్రవీభూతముగనే మిగిలి ఉండును. ఇట్లు తయారైన నైట్రోజన్‌ని రాసాయనిక సంయోగము ద్వారా అమోనియా, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ల తయారీలో ఉపయోగింతురు.

సూక్ష్మజీవులు - నైట్రోజన్ : నైట్రోజన్ అమోనియమ్ లవణరూపముగను, నైట్రేట్ లవణరూపముగను ఆకాశము నుండి తొలకరివానలలో భూమిని చేరును. బోసింగో అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త మొక్కలు వాతావరణపు నైట్రోజన్‌ని ఉపయోగించుకొనలేవు అనియు, అమోనియా లవణములు కూడ చాల భాగము నిరుపయోగములు అనియు నిరూపించెను. 1891 లో వినోగ్రాడ్‌స్కీ అను శాస్త్రవేత్త కొన్నిజాతుల బాక్టీరియాలకు నైట్రోజన్‌ని బంధించుగుణము కలదని నిరూపించెను. ఈ సందర్భమున రెండుజాతుల బాక్టీరియాలను ఇతడు వర్ణించెను. ఒకటి అమోనియాను నైట్రేట్‌లుగను, రెండవది నైట్రైట్‌లను నైట్రేట్‌లుగను మార్చును. బంగాళాదుంప, వరి మొదలగు కొన్ని వృక్షములు మాత్రము అమోనియా లవణములను మాత్రమే వాడుకొనుశక్తి గలవి. ఇవి ఆమ్లక్షేత్రములలో వృద్ధినొందును. 1886 లో హెల్‌రీగెల్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ విషయమును తిరిగి వర్ణించువరకు ఇది ప్రసిద్ధికెక్కలేదు. 1891 లో హెల్‌రీగెల్, విల్‌ఫార్త్ అనువారల కృషిఫలితముగ కొన్ని క్రిమిజాతులను భూసారమును హెచ్చించుటకై భూమిలో పెంచుట ప్రారంభించిరి. భూమిలోని సూక్ష్మజీవులు, ముఖ్యముగా బాక్టీరియా, అమోనియా లవణములను ఇంకను మార్పు చెందించి నైట్రైట్‌ల ద్వారా నైట్రేట్‌లుగ మార్చును. ఈ నైట్రేట్‌లను ఉపయోగించి తమ శరీరమందు జరుగు రాసాయనికవిభాజకసంయోజక ప్రక్రియలద్వారా వృక్షములు మాంసకృత్తులను నిర్మించుకొనును.

* అమోనియమ్‌నైట్రైట్ శోధనాగారమందు సిద్ధముగా ఉండు ద్రవ్యములలో ఒకటికాదు. అందువలన ఈప్రయోగమున సోడియమ్‌నైట్రైట్, అమోనియమ్‌సల్ఫేట్ మిశ్రమును వాడుక చేయుదురు.

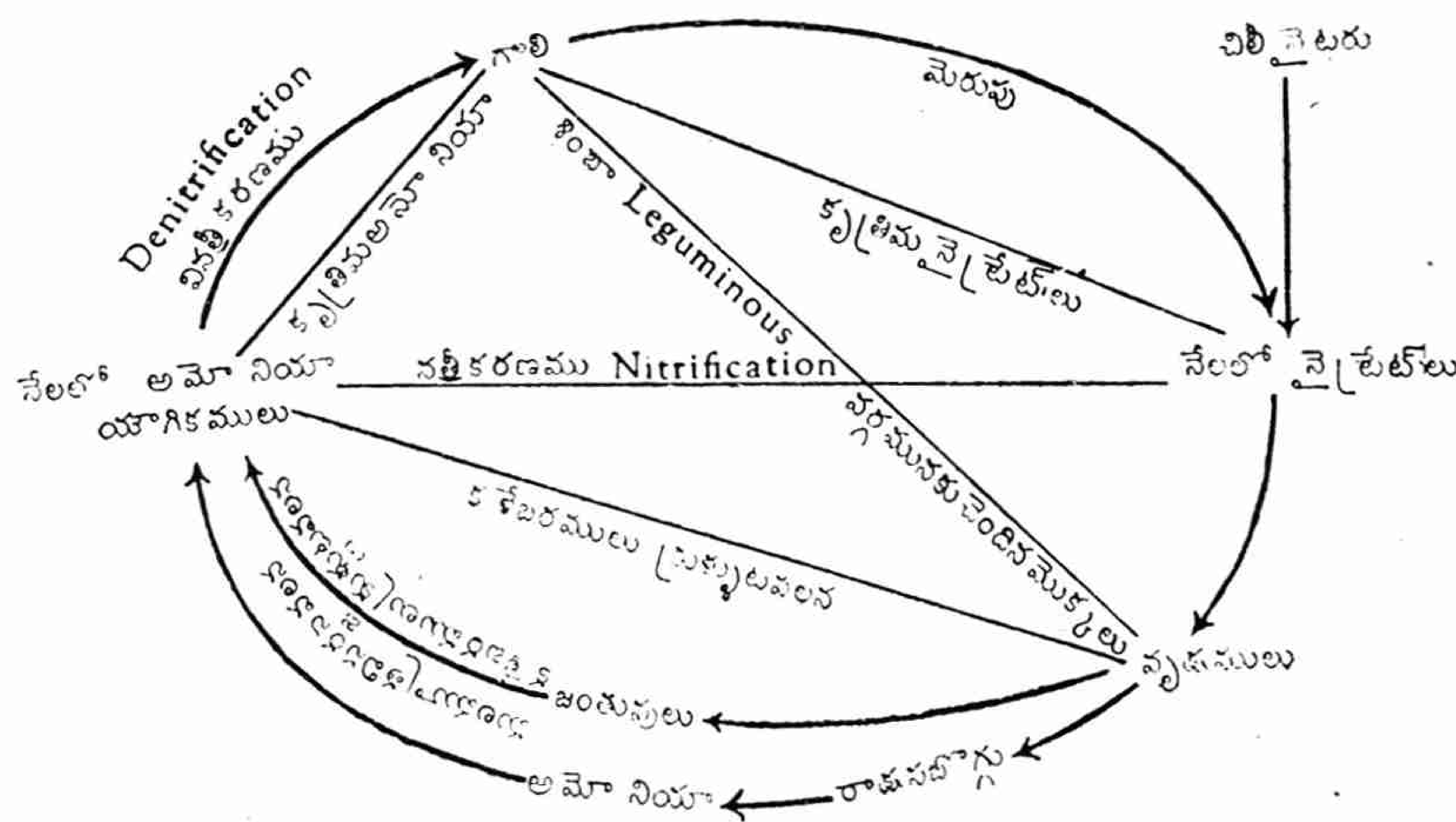
బెర్టోలే అను శాస్త్రజ్ఞుడు జీవరహితమైన భూములలో నైట్రోజన్ రాసాయనికముగ బంధింపబడదని నిరూపించెను. వినోగ్రాడ్‌స్కీ, జరిన్క్ అనువారు చేసిన కృషిఫలితముగా ఆక్సిజన్ నొల్లని క్లాస్ట్రిడియమ్ జాతికిచెందిన పాస్చరేనియనమ్ వర్గములోని బాక్టీరియా నైట్రోజన్ నైట్రేట్‌లుగ మార్పుచెందించునని నిరూపించిరి. ఈ బాక్టీరియాను ప్రోటోజోవా అను ప్రాథమికజీవులు భక్షించును. కాని ఆశ్చర్యమగుసంగతి ఏదన ప్రోటోజోవా అభావములో ఈ బాక్టీరియా పనిచేయవని నిరూపింపబడెను. ప్రకృతిలో నైట్రోజన్ బంధనమునకు మరొక చక్కటి పద్ధతికూడ కలదు. ముఖ్యముగా 'లెగ్యూమినోసే' అను వృక్షజాతికి చెందినవాటిలో వ్రేళ్లపై కంతులు (నాడ్యూల్స్) ఉండును. ఇందుండు బాక్టీరియా నేలలో కలిసిఉన్న నైట్రోజన్‌ను రాసాయనికముగ బంధించును. వేరుజాతుల సూక్ష్మజీవులు నైట్రోజన్ యౌగికముల నుండి నైట్రోజన్‌ని విడుదలచేయగలవు. వీటిమూలమున ప్రతి సెకనుకును చాల నైట్రోజన్ వాయురూపమున గాలిని చేరుచుండును. దీనికి వినత్రీకరణము అని పేరు.

ప్రకృతిలోఉన్న నైట్రోజన్‌యొక్క బంధన : భూమిలో నైట్రోజన్‌ను సమకూర్చుట వృక్షాహారవ్యవస్థకు మిక్కిలి ముఖ్యము. వ్యవసాయములో మిక్కిలి ప్రముఖ సమస్య రాసాయనికపు ఎరువులసమస్య. నైట్రోజన్ వృక్షములకు ఆహారముగా ఉపయోగించెడి ద్రవ్యములలో మిక్కిలి ముఖ్యము. ఒక్క వ్యవసాయమునకే 75% ప్రకృతిలో నుండి, పరిశ్రమనుండి తయారగు సోడియమ్ నైట్రైట్, అమోనియమ్‌సల్ఫేట్ రూపములలో నైట్రోజన్ ఉపయోగింపబడుచున్నది.

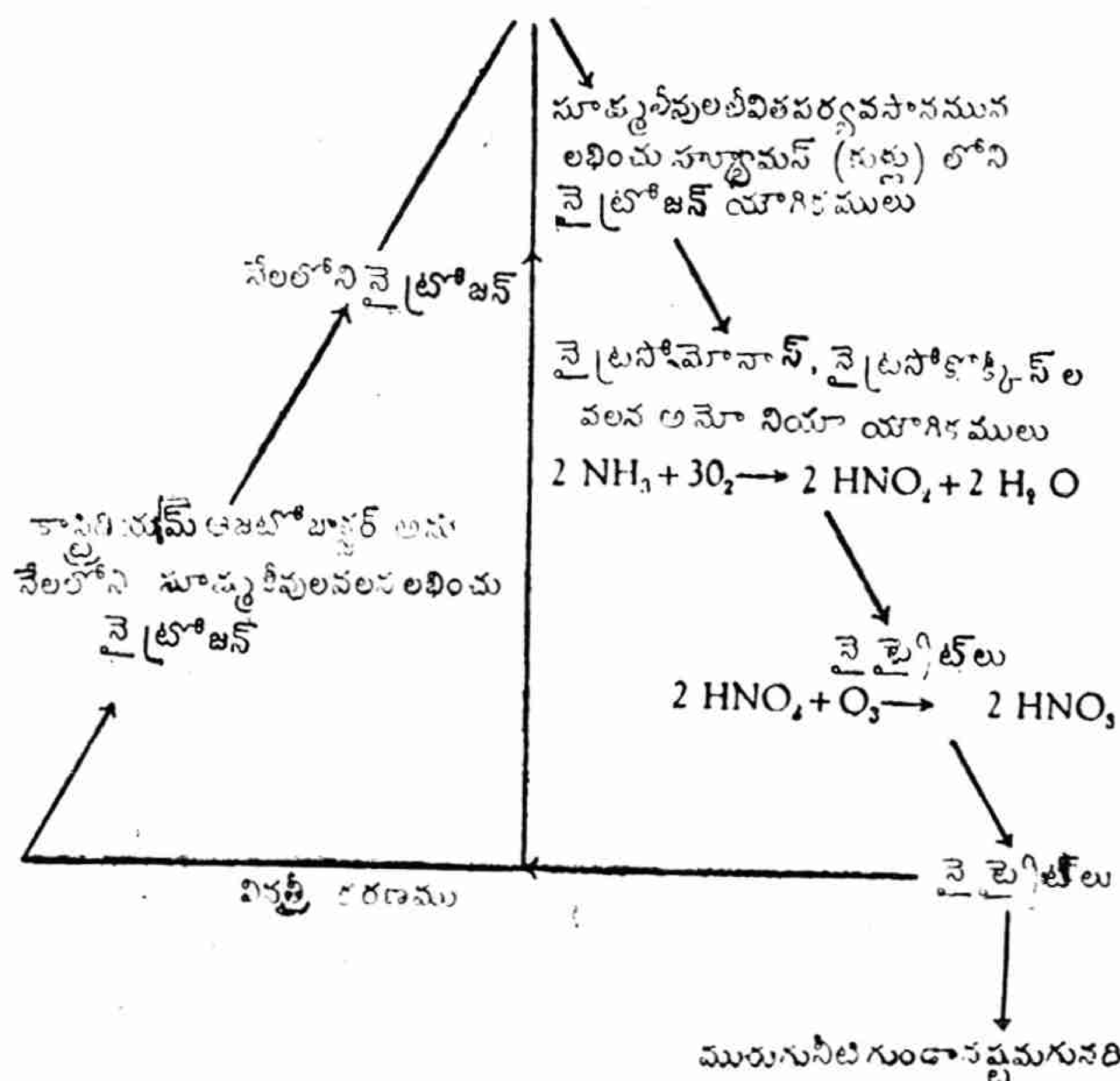
వ్యవసాయ పరిశ్రమకు ప్రపంచములో సమృద్ధిగా ఫాస్ఫేట్‌లు, పొటాసియమ్‌లవణములు ఉన్నను నైట్రోజన్ విషయములో మాత్రము పారిశ్రామికముగా గొప్ప విప్లవము జరిగెను. వ్యవసాయమునకు కావలసిన నైట్రోజన్ అందజేయుచున్న ఎరువు చిలీదేశపు నైటరులవణముల గుట్టలు. 1830 లో ఇవి కనుగొనబడిననాటినుండి 1860 వరకు విరివిగా ఉపయోగించబడెను. దీని కారణమున దేశముల మధ్య పోటి ఎక్కువయ్యెను.

సర్ విలియమ్ క్రుక్స్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ లవణముల నిలువలు ఎక్కువ కాలమువరకు చాలవని ప్రపంచమును హెచ్చరించెను. గాలిలో ఉన్న నైట్రోజన్ వృక్షములకు నిరుపయోగము ; అమోనియారూపములోఉన్న

నైట్రోజన్ కూడ మొక్కలకు నిరుపయోగమే. కొన్ని పద్ధతులవలన దానిని నైట్రేట్‌గా మార్చిన పిదపనే అది మొక్కలకు ఉపయోగించును. గాలిలోని నైట్రోజన్‌ను ఇట్లు బంధించుటకు ప్రపంచమంతట విరివిగా ప్రయత్నములు జరిగెను. నైట్రోజన్ రాసాయనికముగా బంధించుటకు మూడు పద్ధతులు ఉన్నవి. విద్యుచ్ఛక్తిచే గాని, రాసాయనిక శక్తిచేగాని, నైట్రోజన్‌ను నైట్రేట్‌గా మార్చుపద్ధతులు నైట్రిక్ ఆసిడ్, తయారీ సందర్భములో విశదముగా చర్చించబడినవి. వాయురూపమున చదరపు గజమునకు 58 టన్నులవరకు నైట్రోజన్ ఉన్నను 5,000 పాళ్ళలో ఒక్క పాలు మాత్రము ప్రకృతిలో చలామణీ అగుచున్నది. ఈ నైట్రోజన్ చలామణికిని, అనేక జీవజాతుల జీవితపథములకును గల సన్నిహిత సంబంధము చూడదగినది. గాలిలోని నైట్రోజన్ రాసాయనిక సంయోగము ద్వారా జీవులకు ఉపయోగించి తిరిగి వాయురూపమున గాలిలో లీనమగుట చక్రమును పోలుటచే దీనికి రాసాయనిక పరిభ్రమణము లేక 'నైట్రోజన్ చక్రము' అని పేరు.




ప్రకృతియందు సంభవించు నైట్రోజన్ సంచారచక్రము




సూక్ష్మజీవులవలన కలుగు నైట్రోజన్ సంచారము

**ఉత్తేజిత నైట్రోజన్:** నైట్రోజన్ అణువును విచ్ఛేదించుటకు అపరిమితమైనశక్తి ఆవశ్యకమగుటచే సాధారణతాపవిధానములచే దాని అణువుల నుండి పరమాణువులను సాధించలేము. కాని పరమాణురూపమున ఉన్న నైట్రోజన్ దాని వర్ణమాలలో సూచితమగును.

చాల తక్కువ ఒత్తిడిలో నైట్రోజన్‌గల నాళముగుండా విద్యుదుత్సర్గము జరిగినపుడు రాసాయనికముగా మిక్కిలి చురుకైన నైట్రోజన్ జనించును. విద్యుదుత్సర్గమును ఆపివేసిన తరువాత కొన్ని గంటలవరకు నాళమందు పసుపు కాంతి గోచరించును. ఈ శేషప్రకాశము ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ సాధారణ నైట్రోజన్‌గా మారుప్రక్రియలో వికిరణ రూపమున వెలువడిన శక్తి అని శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించిరి. చురుకైన నైట్రోజన్‌తో కాంతి వర్ణమాల పరీక్ష చేసినప్పుడు ఆ నైట్రోజన్ యందు పరమాణువుల జాడ ఏమియు కానరాలేదు. అందువలన ఉత్తేజిత హైడ్రోజన్ వలె చురుకైన నైట్రోజన్ పరమాణురూపమున ఉన్న మూలద్రవ్యము కాదని నిశ్చితమైనది.

ఉత్తేజిత నైట్రోజన్‌ని శుద్ధమైన నైట్రోజన్ నుండి రూపొందించవచ్చును. లేశమాత్రము ఆక్సిజన్ నికలిపినచో అది శీఘ్రముగా జనించును. సోడియమ్, ఆర్సెనిక్, భాస్వరము వీటి బాష్పములతోను, పాదరసముతోను, అయిడీన్ బాష్పముతోను, ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ రాసాయనికముగా సంయోగించి

నైట్రైడ్‌లను ఇచ్చును; రాగి, బంగారము వంటి ధాతువులు నైట్రైడ్‌లుగా మారక, దానిని అణునైట్రోజన్‌గా మార్చుటకు ప్రేరకములుగా ఆచరించును.

ఉత్తేజిత నైట్రోజన్ యొక్క నిజస్వభావము ఈవరకును తెలియలేదు. దాని రాసాయనిక ప్రవృత్తికిని, ప్రకాశానంతరస్థితికిని సంబంధము ఉన్నట్లు అగపడదు. ఏలన ప్రకాశానంతరస్థితి అంతరించిన తరువాతకూడ రాసాయనిక ప్రవృత్తి కొంతకాలము నిలిచి ఉండును. పి.ఎస్.ఎన్.

**నైట్రోజన్‌యౌగికములు :** నైట్రోజన్ ముఖ్యముగా హైడ్రోజన్‌తో, ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించును. హేలొజన్ యౌగికములు కలవు గాని అవి మిక్కిలి ఉపద్రవకరములైన విదారకద్రవ్యములు.

హైడ్రోజన్‌యౌగికములు : అమోనియా ($NH_3$); హైడ్రజీన్ ($N_2H_4$); హైడ్రోజోయిక్ ఆసిడ్ లేదా అజోఎమైడ్ ($HN_3$).

అమోనియా : ఇది రంగులేని ఘాటైనవాయువు. గాలిలోను, కొన్ని నూతులలోను, భూమిలోను ఆమ్లములతో లవణరూపమున ఇది విరివిగా కనబడును. ఇటలీలోని 'టస్కనీ' అను రాజ్యమున 'సోఫానీ'లో అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌గాను, పెరూదేశపు గ్వానోలవణరాశులలో అమోనియమ్ కార్బొనేట్‌గాను ఇది కానవచ్చును.

ఉనికి : వాతావరణమందు విద్యుత్‌చే ఉత్తేజితములు అయినపుడు నైట్రోజన్‌కిని, హైడ్రోజన్‌కిని సంయోగము కలిగి 2% అమోనియా గాలి ఏర్పడును.

శోధనాగారమందు అమోనియాను, నవాసారము ($NH_4Cl$) ను తడిసున్నముతో వేడిచేసి తయారుచేయవచ్చును.

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3\uparrow + CaCl_2 + 2H_2O$$

గాఢఅమోనియాద్రావణమును ఫ్లాస్క్‌లో వేడిచేయుట వలనకూడ అమోనియాను తయారుచేయవచ్చును.

భౌతికధర్మములు : గాలికన్న చులకనైనవాయువు; నీటిలో కరుగును. అందువలననే తలక్రిందులుగా పెట్టిన పాత్రలోనికి అమోనియా వచ్చెడి మోచకనాళమును దూర్చి ఈవాయువును సంగ్రహించవచ్చును. ఆల్కహాల్, ఈథర్ ద్రవములలోకూడ అమోనియా కరుగును. జలుబు చేసినప్పుడు ఉపశాంతికై దీనిని ఆఘ్రాణింతురు; ఎక్కువైనచో ముక్కు మండును.

రాసాయనికధర్మములు : ఆక్సిజన్ వాయువులో అమోనియామండును. వాసనవల్ల నేకాక ఎర్రలిట్మస్ ద్రావణమును నీలిరంగుగా చేయుగుణమువలన కూడ అమోనియాను గుర్తించవలెను ; ఈ గుణము క్షారములకు కలదు. అందువలన అమోనియా క్షారగుణము కలది. నీటిలో అత్యల్పరాశిలో కలసి ఉన్న అమోనియాను నెస్లర్ ద్రావణముచే గుర్తించవచ్చును. ఈద్రావణము క్షారముకలిపిన మర్క్యూరిక్ పొటాసియమ్‌అయొడైడ్ ($K_2HgI_4$) యొక్క జలద్రావణము. అమోనియా ఎంత కొంచెము ఉన్నను నెస్లర్ ద్రావణము పసుపురంగును కలుగచేయును. ఈరంగు యొక్క గాఢత పరీక్ష్యద్రావణములో అమోనియా యొక్క పాలునుపట్టి ఉండును.

క్షారగుణముకలది కనుక అమోనియా ఆమ్లములతో కలసి లవణములను ఇచ్చును (చూ. ఆమ్లములు, లవణాధారములు - పు. 172). ధాతుగణములచే తొలగించబడగల హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఆమ్లాణు రచనలో ఎన్ని ఉండునో అన్ని అమోనియా అణువులు ఆమ్లాణువుతో సంయోగించి లవణము ఏర్పడును.

ఉదా :

$$NH_3 + HCl = NH_3HCl\ (= NH_4Cl)$$

$$2NH_3 + H_2SO_4 = [NH_3]_2(H_2SO_4)\ (= [NH_4]_2SO_4)$$

ఇట్టి లవణములలో అమోనియా అణువు ఆమ్లము యొక్క హైడ్రోజన్ అయన్‌తో కలసి ధనావిష్ట అమోనియమ్ గణము ($NH_4^+$) ఏర్పడును. అందువలన అమోనియమ్‌లవణములు అన్నిటిలో అమోనియమ్‌గణము($NH_4^+$) ఉన్నట్లు భావించవలెను. అమోనియమ్‌లవణములు క్షారలవణములను పోలిఉండును. కనుక ($NH_4^+$) గణమునకు సోడియమ్, పొటాసియమ్ అనునట్లు అమోనియమ్ అను పేరు వచ్చినది. అనగా సోడియమ్, పొటాసియమ్ మొదలగు ఏకయోజనీయగణములు ఆమ్లములోఉన్న హైడ్రోజన్ యొక్క స్థానమును ఆక్రమించి ఎట్లు లవణమేర్పడునో అట్లే ఏకయోజనీయ అమోనియమ్‌గణము కూడ ఆచరించును. అందువలననే సోడా, పొటాష్ క్షారములను NaOH, KOH అని నిరూపించినట్లుగా అమోనియమ్ ద్రావణమును కూడ $NH_4OH$ అని నిరూపించవలెను. క్షారముల క్షారత్వగుణము హైడ్రాక్సిల్ (OH) గణము యొక్క ఉనికినిపట్టి ఉండును. అందువలన అమోనియా ద్రావణమందు కూడ (OH) గణము ఉన్నది:



$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

**అమోనియా పారిశ్రామికపద్ధతి :** పారిశ్రామికముగా అమోనియాను తయారు చేయుపద్ధతులు అమోనియా లవణముల ప్రాముఖ్యమునుబట్టి ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌నకు ఇది ప్రధానపారిశ్రామిక ప్రస్థానద్రవ్యమగుటచేత ఇది ప్రాధాన్యమును వహించుచున్నది.

**దీపమునుండి అమోనియా తయారీ :** విద్యుచ్ఛక్తి అమలులోనికి వచ్చుటకు పూర్వము ఇల్యూమినేటింగ్ గాస్ అనెడి వాయువును (దీపవాయువును) నేలబొగ్గుయొక్క నిర్వాతస్వేదనముద్వారా తయారుచేసెడివారు. దీనిలో గాస్‌లిక్కర్ అను నీటిద్రావణము ఒకటి వచ్చెడిది. దీనిని సున్నముతో మరగించినప్పుడు నీటిఆవిరితో అమోనియా పైకిపోయెడిది. ఇదియే అమోనియాతయారీలో ప్రథమయత్నము. ఈ అమోనియాను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లోనికి పంపినప్పుడు అమోనియమ్‌సల్ఫేట్ తయారయ్యెడిది. సల్ఫ్యూరిక్ఆసిడ్ ఖరీదు ఎక్కువగాఉన్న చోట అమోనియాలిక్కర్ లేక గాస్‌లిక్కర్‌ను జిప్సమ్‌తో మరగించిన 17% అమోనియా వ్యర్థమగునని, శేషించినది అమోనియమ్‌సల్ఫేట్‌గా మారునని వార్తు అనునతడు 1903 లో అంచనావేసెను. ఈవిధముగా లభ్యమగు అమోనియా కొన్ని విషవాయువులతో మిశ్రితమగుట వలన నిష్కల్మషమని చెప్పలేము. సైనోజన్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ మొదలగునవి చాలవరకు దీనియందు మాలిన్యములుగా ఉండును; ఇవి ఆరోగ్యమునకు హానికరములు.

కర్రనుండి తయారయ్యెడి అమోనియా విషయమున గూడ పారిశ్రామికముగా కృషిజరిగినది, మాంసకృత్తులు ప్రధానముగాగల జంతువులయొక్క లేదా మొక్కలయొక్క శిథిలములను సున్నముతో వేడిచేసిన అమోనియా విడివడునని ఇదివరకే నిశ్చితమైనది. వృక్షములు శిథిలమైనపుడు లభించు పీట్ అను ద్రవ్యమును తేమగాలిలో 250°C వరకు వేడిచేసినపుడు దానిలోని నైట్రోజన్ 90% వరకు అమోనియాగా మారుటకు వీలు ఉన్నదని ఫ్రాంక్, కేరో అను శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించిరి.

**వాతావరణ నైట్రోజన్ అమోనియా తయారీ :** వాతావరణములో ఉన్న నైట్రోజన్‌నుండి అమోనియాను తయారుచేయుపద్ధతులు రెండు విధములుగా విభజింపవచ్చును. 1. నైట్రోజన్‌ను ధాతువులతోగాని, వాని ఆక్సైడ్‌లతోగాని, కార్బొనేట్‌లతోగాని, నైట్రైడ్‌లుగా సంయోగింపజేసి వానిని నీటిచే అమోనియాగా విశ్లేషించుట; 2. స్వచ్ఛమగు నైట్రోజన్‌ని హైడ్రోజన్‌తో ప్రేరకద్రవ్యములసన్నిధిలో సంయోగింపజేసి అమోనియాను సిద్ధముచేయుట.

**ధాతువులను ఉపయోగించుపద్ధతి :** కొన్ని ధాతువులకు ముఖ్యముగా కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, టైటానియమ్, అల్యూమినియము మొదలగువానికి నైట్రోజన్‌తో నైట్రైడ్‌లుగా పరిణమించు స్వభావము కలదు.

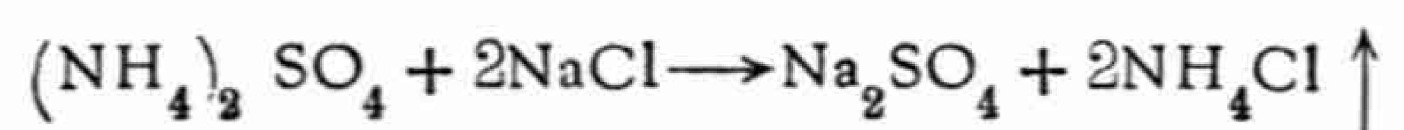
**సర్పెక్‌పద్ధతి :** అల్యూమినియముతయారీకి ఉపయోగించు బాక్సైట్ అను ఖనిజమును బొగ్గుతోకలిపి విద్యుత్ కొలిమిలో నైట్రోజన్‌సంపర్కమున వేడిచేసినచో అల్యూమినియము నైట్రైడ్ అను యౌగికము లభించును. దీనిని సోడాక్షారముతో వెచ్చబెట్టిన అమోనియా - అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ - సోడాక్షారమిశ్రము లభించును. ఈ మిశ్రము నే తిరిగి అమోనియాతయారీకి ఉపయోగింతురు.

సున్నమును బొగ్గుతోకలిపి విద్యుత్‌కొలిమిలో వేడిచేసినపుడు కాల్సియమ్ కార్బైడ్, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ లభించును. కాల్సియమ్ కార్బైడ్ నైట్రోజన్‌తో కలిపి వేడిచేసినపుడు బొగ్గు, నైట్రోజన్ కలిసి సైనమైడ్‌గా మారి కాల్సియమ్‌తో సంయోగించి కాల్సియమ్ సైనమైడ్ లభించును. దీనిని జలముతో విశ్లేషించినచో అమోనియా లభ్యమగును. గాలిని ఎర్రగా కాలుచున్న రాగిపై పంపినపుడు అందుండు ఆక్సిజన్ తామ్రముతో సంయోగించి నైట్రోజన్ మిగిలిపోవును. ఈ నైట్రోజన్‌ని పై పద్ధతిలో వాడుదురు. ఈ కాల్సియమ్ సైనమైడ్‌నే రాసాయనికపు ఎరువుగా వాడవచ్చునని నిరూపించినవారు వాగ్నర్, గెర్లాఖ్ అనువారు.

**హేబర్‌పద్ధతి :** ప్రఖ్యాత రాసాయనిక శాస్త్రవేత్త హేబర్ ఈ పద్ధతిని కనుగొనెను. దీనిమూలముగా అమోనియా పారిశ్రామికముగా తయారగుచున్నది. ఇందు ద్రవీభూతమైన గాలినుండి తయారగు స్వచ్ఛమగు నైట్రోజన్‌ను నీటినుండి తయారుచేయబడిన హైడ్రోజన్‌ని ఉపయోగింతురు.

**అమోనియమ్ క్లోరైడ్ (నవాసారము) :** ఇది నీటిలో కరుగును. వేడిచేసిన ఉత్పతితముగా పైకిపోవును. ఉత్పతన క్రియలో ఈ లవణము కొంత రాసాయనిక విచ్ఛేదనము చెందును. $NH_4Cl \longrightarrow NH_3 + HCl$ విచ్ఛిన్న అణువులు వేడి తగ్గినపుడు మరల కలసి అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ఏర్పడును. $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌తో సోడియమ్ క్లోరైడ్ కలిపి వేడిచేయుటవలన ఉత్పతితరూపమున నవాసారము లవణము లభించును:



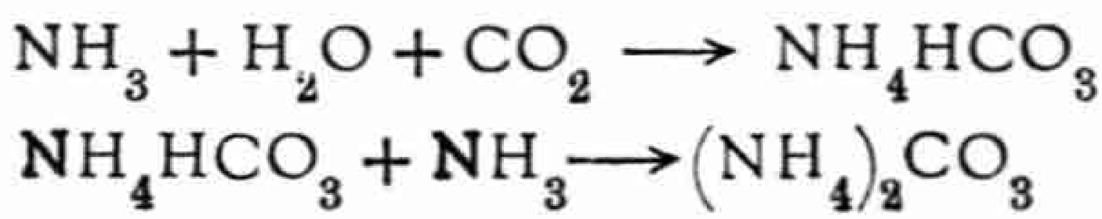
$$(NH_4)_2 SO_4 + 2NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_4Cl \uparrow$$

నిరార్ద్ర విద్యుత్ ఘటములను, లెక్లాంషి ఘటములను తయారుచేయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు; అమోనియా సోడా ప్రక్రియలో ఇది ఉపద్రవ్యముగా లభించును.

**అమోనియమ్‌సల్ఫేట్ $[(NH_4)_2SO_4]$:** నేలబొగ్గు నుండి గాస్‌ను తయారుచేయు ప్రక్రియలో, గాస్‌ను కడు

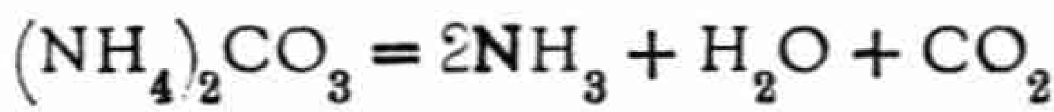
గుటకు ఉపయోగించునీటిలో తారుతోపాటు అమోనియా కరగిఉండును. దీనికి విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను కలిపి వడపోసి, స్ఫటికీకరించినచో అమోనియమ్ సల్ఫేట్ లవణము లభించును.

అమోనియమ్ కార్బొనేట్ $[(NH_4)_2 CO_3^{--}]$: అమోనియాను కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌తో సంతృప్తము చేసినచో అమోనియమ్ బైకార్బొనేట్ ($NH_4HCO_3$) లభించును. దీనికి మరంత ఆయతనము అమోనియాను కలుపుటవలన కార్బొనేట్ లభించును :



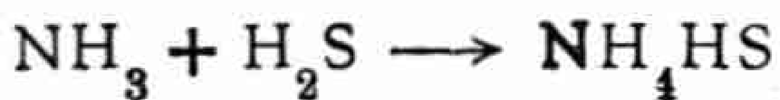
$$NH_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow NH_4HCO_3$$
$$NH_4HCO_3 + NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

వేడిచేసినచో ఇది సంపూర్ణముగా విచ్ఛేదనమును పొందును:



$$(NH_4)_2CO_3 = 2NH_3 + H_2O + CO_2$$

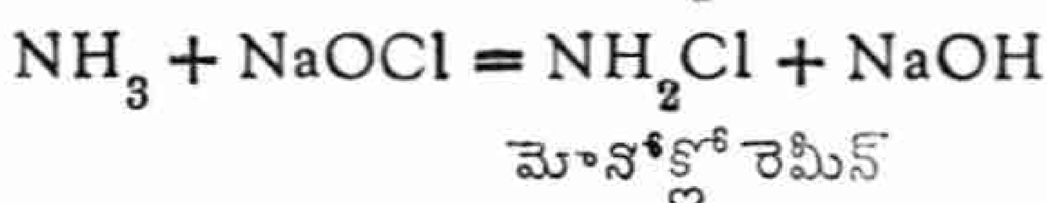
అమోనియమ్ హైడ్రోసల్ఫైడ్ $[(NH_4)\ HS.]$: అమోనియా ద్రావణమును హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువుచే సంతృప్తపరచినప్పుడు లభించును :



$$NH_3 + H_2S \longrightarrow NH_4HS$$

ఈ ద్రావణములో గంధకము సులభముగా కరగి పసుపు పచ్చటి రంగుగల ద్రావణమును ఇచ్చును. దీనికి పసుపు అమోనిమ్ సల్ఫైడ్ అని పేరు. ఈ ద్రావణము ధాతువుల గుణాత్మక విశ్లేషణములో రెండవవర్గపు సల్ఫైడ్‌లను, ఆసిడ్ సల్ఫైడ్‌లు, లవణాధార సల్ఫైడ్‌లు అని రెండు తరగతులుగా విభజించుటకు సాధనమైనది. ఆసిడ్ సల్ఫైడ్‌లు [ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్ ($As_2S_3$) వంటివి] క్షార సల్ఫైడ్ అయిన అమోనియమ్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌లో కరుగును ; రెండవజాతి సల్ఫైడ్‌లు ($CuS$ వంటివి) కరుగవు.

హైడ్రజీన్ ($N_2H_4$): అమోనియా ద్రావణమునకు సోడియమ్ హైపోక్లోరైట్ ద్రావణమును చేర్చినచో మోనోక్లోరేమీన్ మొదట ఏర్పడును :

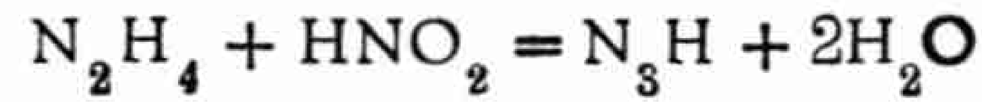


$$NH_3 + NaOCl = NH_2Cl + NaOH$$

మోనోక్లోరమీన్

ఈ పై యౌగికమునకు అమోనియా కలిపినచో హైడ్రజీన్ లభించును. $NH_2Cl + NH_3 = N_2H_4 + HCl$ హైడ్రజీన్ అమోనియావలె కొంత క్షారగుణముకలది. అమోనియా ఏకామ్లలవణాధారము ; కాని హైడ్రజీన్ ద్విఆమ్లలవణాధారము. ఇది రెండు రకములైన లవణములను ($N_2H_4.\ HCl$, $N_2H_4.\ 2\,HCl$,) ఈయగలదు. ఇది నీటితో కలసి హైడ్రజీన్ హైడ్రేట్ ($N_2H_4.\ H_2O$)ను ఇచ్చును. పరిశుద్ధ స్థితిలో హైడ్రజీన్ 113.5° C వద్ద మరుగుద్రవము. దీని లవణములన్నియు ప్రబల ఆక్సీహరణ సాధనములు. ఫోటోగ్రాఫీలో ఆక్సీహరణ సాధనములుగా వాడుకలో ఉన్నవి.

హైడ్రోజోయిక్ ఆసిడ్ ($HN_3^-$): నైట్రస్ ఆసిడ్‌ను హైడ్రజీన్ హైడ్రేట్ ద్రావణముతో కలిపినపుడు ఈ యౌగికము ఏర్పడును.

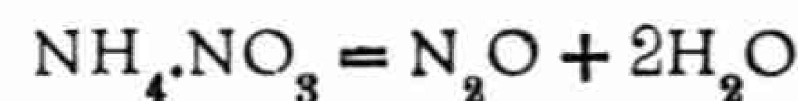


$$N_2H_4 + HNO_2 = N_3H + 2H_2O$$

దీనికి అజోఎమైడ్ అను పేరుకూడకలదు. దీని ఆమ్లత దీని వింతగుణము. ఆమ్లతలో ఇది హేలొజన్ ఆమ్లములను పోలిఉండును. దీని సీసపుయౌగికము లెడ్ ఆజైడ్ తూటా కేపులలో ప్రథమవిదారక ద్రవ్యముగా ఉపయోగింతురు ; దీని రచన $H-N=N\equiv N$

| ఆక్సైడ్‌లు | హైడ్రేట్‌లు |
|---|---|
| నైట్రస్ ఆక్సైడ్ ($N_2O$) | ← హైపోనైట్రస్ ఆసిడ్ |
| నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ($NO$) | |
| నైట్రోజన్ ట్రైఆక్సైడ్ ($N_2O_3$) | నైట్రస్ ఆసిడ్ ($HNO_2$) |
| నైట్రోజన్‌టెట్రాక్సైడ్ ($N_2O_4$) | నైట్రస్, నైట్రిక్ ఆసిడ్ మిశ్రము |
| నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్ ($N_2O_5$) | నైట్రిక్ ఆసిడ్ ($HNO_3$) |

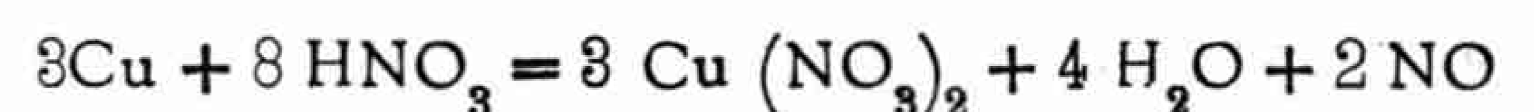
నైట్రస్ ఆక్సైడ్: అమోనియమ్ నైట్రేట్‌ను జాగ్రత్తగా వేడిచేసినచో లభించును :



$$NH_4.NO_3 = N_2O + 2H_2O$$

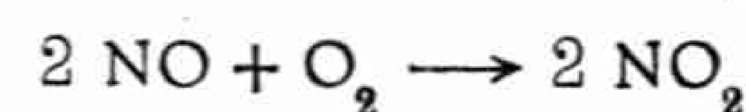
ఇది రంగులేనివాయువు ; పీల్చిన నవ్వు పుట్టించును. అందువలన దీనికి 'హాసవాయువు (లాఫింగ్ గాస్)' అని పేరు. దీనిని చిన్న చిన్న శస్త్రచికిత్సలకు సమ్మోహన సాధనముగా వాడుకచేయుదురు. ఇది చల్లని నీటిలో కరుగును ; వేడినీటిలో కరుగదు. అందుచే వేడినీటిపై దీనిని సంగ్రహించవచ్చును. ఆక్సిజన్ వలె ఇది పుల్లకొనను ఉన్న నిప్పును మండునట్లు చేయును.

నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ($NO$): నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో, ముఖ్యముగా విలీనామ్లముతో అనేక ధాతువులు ఈ వాయువును జనింపజేయును ; ఈ పనికి రాగిని సాధారణముగా వాడుదురు.



$$3Cu + 8\ HNO_3 = 3\ Cu\ (NO_3)_2 + 4\ H_2O + 2\ NO$$

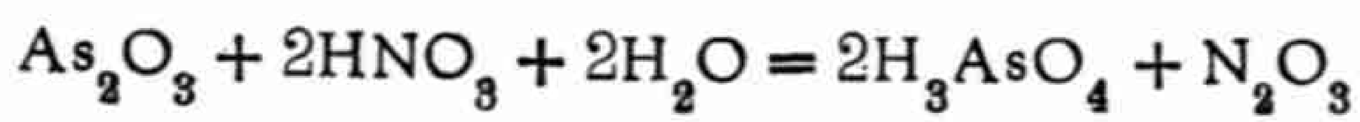
రంగులేనివాయువు ; గాలి సంపర్కమున పసుపురంగు కలసిన ఎరుపురంగు గల $NO_2$ గా మారును.



$$2\ NO + O_2 \longrightarrow 2\ NO_2$$

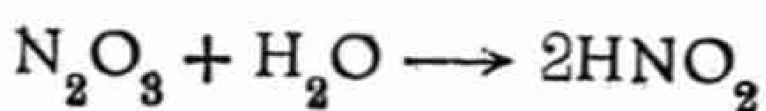
అందువలన దీని వాసననుకూడ గుర్తించుటకు వీలులేదు. నైట్రోజన్‌ని యౌగికరూపమున బంధించుపద్ధతులలో ఒక దానిలో విద్యుచ్చాపమందు ఈ వాయువును గాలిలోఉన్న నైట్రోజన్ - ఆక్సిజన్ మిశ్రమమునుండి తయారుచేయుదురు. ఈ వాయువును నీటిపై సంగ్రహించవచ్చును.

నైట్రోజన్ ట్రై ఆక్సైడ్ ($N_2O_3$) : NO, $NO_2$ వాయువుల సమఅణుభారమిశ్రమమును శీతలీకరించుటవలన నీలి రంగుగలద్రవముగా $N_2O_3$ లభ్యమగును. ఆర్సెనీయస్ ఆక్సైడ్‌ను నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినను లభించును :



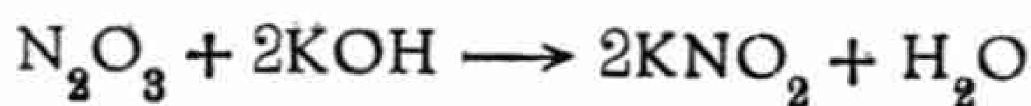
$$As_2O_3 + 2HNO_3 + 2H_2O = 2H_3AsO_4 + N_2O_3$$

ఇది నీటిలో కరగి నైట్రస్‌ఆసిడ్ ఏర్పడును :



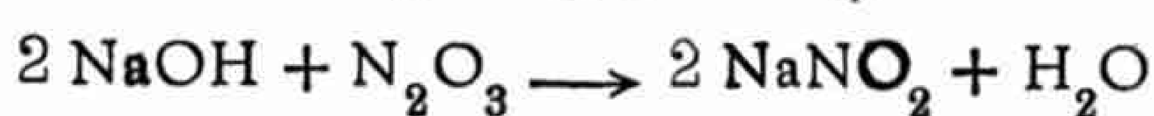
$$N_2O_3 + H_2O \longrightarrow 2HNO_2$$

సోడా, పొటాష్ క్షారములతో సోడియమ్‌నైట్రైట్‌ను, పొటాసియమ్‌నైట్రైట్‌ను ఇచ్చును :



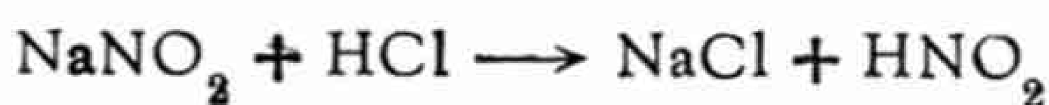
$$N_2O_3 + 2KOH \longrightarrow 2KNO_2 + H_2O$$

నైట్రస్‌ఆసిడ్ : నైట్రోజన్‌ట్రైఆక్సైడ్ ($N_2O_3$) నీటిలోకలసి నైట్రస్‌ఆసిడ్ జనించును. కాని నైట్రోజన్ ట్రైఆక్సైడ్, పెంటాక్సైడ్‌పాటి స్థిరత్వముకలిగిన యౌగికము కాదు. అయినను నైట్రిక్‌ఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌ల మిశ్రమము ($NO + NO_2$), నైట్రోజన్‌ట్రైఆక్సైడ్‌యౌగికమువలె పనిచేయును. అనగా అది నీటిలో, ముఖ్యముగా క్షారముతో కలసిన నీటిలో, లీనమై క్షారధాతునైట్రైట్‌లవణములను ఇచ్చును. సోడాక్షారమును తీసికొనిన క్రింది ప్రక్రియ సిద్ధించును :



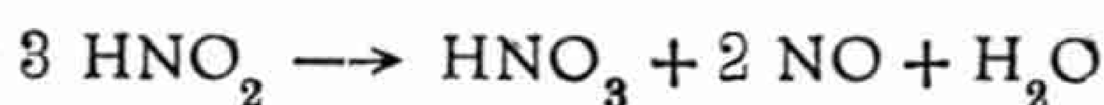
$$2\,NaOH + N_2O_3 \longrightarrow 2\,NaNO_2 + H_2O$$

ఈవచ్చిన సోడియమ్‌నైట్రైట్‌ను విలీనమైన ఖనిజామ్లముతో ద్విపరివర్తనక్రియకు గురిచేసినచో అతిచంచలమగు నైట్రస్‌ఆసిడ్ సిద్ధించును :



$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow NaCl + HNO_2$$

ఈఆమ్లము సల్‌ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్, హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌వలె స్థిరమైనదికాదు. నిలవఉంచినచో శీఘ్రముగా రాసాయనిక వియోగమును చెందును :



$$3\,HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2\,NO + H_2O$$

నైట్రైట్‌లు: ధాతుఆక్సైడ్‌లలో నైట్రస్‌ఆసిడ్ సంయోగించునపుడు లభ్యమగు లవణములకు నైట్రైట్‌లు అనిపేరు. ఈలవణములను తయారుచేయుటకు సుకరమైనద్రవ్యము సోడియమ్‌నైట్రైట్. సోడియమ్‌నైట్రేట్‌ను సీసముతో వేడిచేయగావచ్చినద్రవ్యమును నీటిలోకరగించి స్ఫటికీకరణము చేసిన సోడియమ్‌నైట్రైట్ సులభముగా లభ్యమగును. పొటాసియమ్‌నైట్రేట్ ఉంచి కూడ ఇట్లే నైట్రైట్ ఉత్పన్నమగును. తక్కినధాతువుల నైట్రైట్‌లను తయారుచేయుటకు సోడియమ్‌నైట్రైట్‌నుండి ద్విపరివర్తన ప్రక్రియయే మనకు శరణము. సిల్వర్ నైట్రైట్‌ను తయారుచేయు విధానమునందు :



$$NaNO_2 + AgNO_3 \longrightarrow AgNO_2 + NaNO_3$$

నైట్రైట్‌లు నైట్రేట్‌లకన్న తక్కువద్రావణీయతకలవగుటచే, ఆంశికస్ఫటికీకరణముచే వీటిని సుకరముగా వేరుచేయవచ్చును.

ఆచార్య ప్రఫుల్లచంద్రరే చే తొలిసారిగా కనుగొనబడిన విచిత్రధర్మము ఒకటి నైట్రైట్‌లవణములకు కలదు. ఘనస్థితిలో వాటిది చిన్న పసుపురంగు. నైట్రైట్‌ల పసుపు రంగు కొంచెమగుటచే తెల్లటిద్రవ్యములప్రక్క నేగాని, ఈ పసుపు మనదృష్టికి గోచరించదు. నైట్రైట్‌లవణములన్నిటిలో సోడియమ్‌నైట్రైట్ పారిశ్రామికమహత్త్వము కలిగినది. ఆజోరంగులను, కార్బన్‌వర్ణద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు కావలసిన నైట్రస్‌ఆసిడ్‌నకు సోడియమ్ నైట్రేట్ ప్రస్థానద్రవ్యము.

నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ ($N_2O_4$): లెడ్ నైట్రేట్ లవణచూర్ణమును నాళములో వేడిచేయుటవలన ఇది లభించును.



$$2Pb\,(NO_3)_2 \longrightarrow 2PbO + 2N_2O_4 + O_2$$

ఇది $N_2O_4$ రూపములో రంగులేనివాయువు; కాని సాధారణతాపక్రమములోకూడ దీని అణువులు నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌అణువులక్రింద విడిపోవుటవలన విడిపోయిన అణువులరంగు పింగవర్ణము దీనికి వచ్చును. దీనిని శీతలీకరించి రంగులేనిద్రవముగా పడయవచ్చును. దీనిని వేడిచేసినకొద్ది అణుకూటములవిచ్ఛేదనము ఎక్కువై రంగు గాఢత ఎక్కువగును:



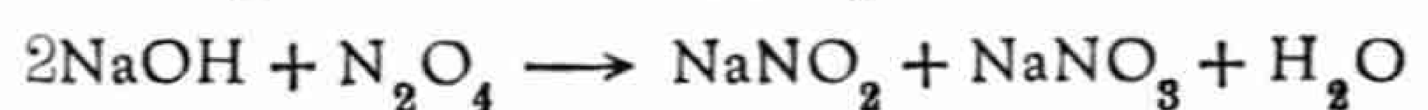
$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

దీనివిచ్ఛేదనాంశము తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును; ఇది నీటిలో కరగి నైట్రస్‌ఆసిడ్‌ను, నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌నుకూడ ఇచ్చును :



$$N_2O_4 + H_2O \longrightarrow HNO_2 + HNO_3$$

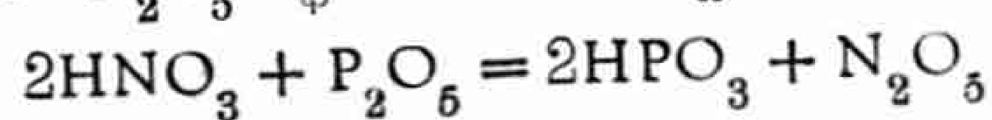
అందుచే ఇది రెండు ఆమ్లముల మొగినిరుదము. (ఆన్‌హైడ్రైడ్) ఈ వాయువును క్షారద్రావణములోనికి పంపినపుడు నైట్రేట్‌లతోబాటు నైట్రైట్‌లుకూడ ఏర్పడును:



$$2NaOH + N_2O_4 \longrightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$$

ఈవాయువు బాగుగా జ్వలించుచున్న వస్తువుల జ్వలనమును పోషించగలదు. జ్వలించుచున్న వస్తువువేడికి ఈ ాయువు రాసాయనికవిచ్ఛేదమును చెందుటవలన జనించు క్సిజన్ నిజముగా వస్తువులజ్వలనమును పోషించును.

నైట్రోజన్‌పెంటాక్సైడ్ ($N_2O_5$): మంచుతో శీతలీక ంచిన నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌నకు ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ చేర్చి చో $N_2O_5$ స్ఫటికములు ఏర్పడును.



$$2HNO_3 + P_2O_5 = 2HPO_3 + N_2O_5$$

ఇది చాలఅస్థిరమైనయౌగికము. ఆకస్మికముగ విదా క వేగముతో విచ్ఛేదనమును పొందును. ఇది నీటిలో రగినైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ను ఇచ్చును. $N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3$ ందుచే ఇది నైట్రిక్‌ఆసిడ్ యొక్క నిరుదకము*

కార్బన్‌యౌగికములు ఏమాత్రము సంపర్కములోనికి చ్చినను ఉపద్రవకరముగా ప్రేలి వాటిని అతిశీఘ్రముగా క్సీకరించును.

నైట్రిక్ ఆసిడ్: ఇది లవణరూపమున ప్రకృతిలో విరి గా లభించును. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌గా మాత్రము విడిగా భించదు. దీనినుండి తయారుచేసిన లవణములు నైట్రే ట్‌లు అని వ్యవహరింపబడుచున్నవి. వర్షపాతము తక్కు గాఉండు బొలీవియా, పెరూ మొదలగు దేశములందు ది గుట్టలు గుట్టలుగా లభించును. సూక్ష్మజీవులు అమో యాను ఆక్సీకరణము ఒనర్చినపుడు నైట్రిక్ ఆసిడ్ లేదా నైట్రేట్‌లు సిద్ధించును.

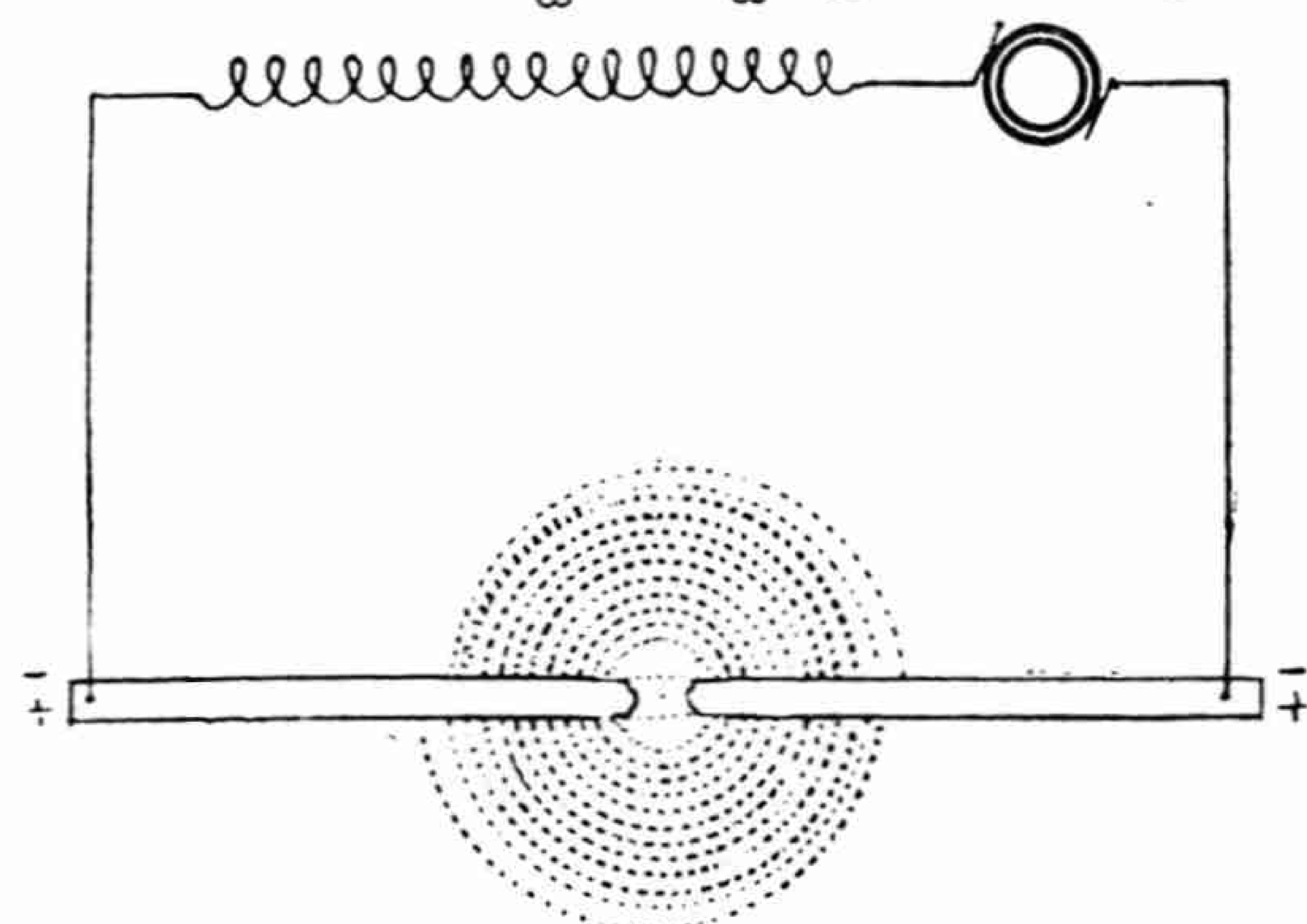
తయారుచేయుట: నైట్రేట్‌లను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో రిటార్ట్‌లలో 130° C తాపక్రమమునకు వేడి చేసినపుడు నైట్రిక్ ఆసిడ్, సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ లభించును. తాపక్రమమును 200° C కు హెచ్చించినపుడు, సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ఇంకను మరికొంత నైట్రేట్‌తో రాసాయనికపుమార్పునొంది సోడియమ్ సల్ఫేట్‌గా మారును. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌కూడ మరింత లభించును. కాని పారిశ్రామికముగ దీనికి కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. నైట్రిక్ ఆసిడ్ 200° C వద్ద రాసాయనిక వియోగము నొందుటచే నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లు ఏర్పడి నైట్రిక్ ఆసిడ్‌నందు లీనమై పచ్చటి పొగలుగ్రక్కు నైట్రిక్ ఆసిడ్ తయారగును. దీనిని 'పొగలుగ్రక్కు (ఫ్యూమింగ్)' నైట్రిక్ ఆసిడ్ అని అందురు.

పారిశ్రామిక పద్ధతులు: నైట్రేట్‌ల నుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయునపుడు సోడియమ్ నైట్రేట్‌ను ఉపయోగింతురు. ఇది పొటాసియమ్ నైట్రేట్‌కంటె రెండింతలు చౌక. అంతేగాక లభించెడి నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ దిగుబడిలో 20% ఎక్కువ.

రిటార్ట్ పద్ధతి: సీసముతో చేసిన బకయంత్రములందు సోడియమ్ నైట్రేట్‌ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తో వేడి చేయుదురు. ఈ రాసాయనిక పరిణామమువలన నైట్రిక్ ఆసిడ్ వాయురూపమున బకయంత్రమును విడిచి పైకి పోవును. దీనిని రాతితో తయారుచేసిన సంఘనకములో చల్లార్చి జాడీలలో కాని, రాతి పీపాలలోగాని గ్రహింతురు.

గాలినుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్: గాలిలోని నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్‌ల మిశ్రమును యౌగికముగా మార్చుటకు పద్ధతులు కల్పించ బడినవి. ఇవి రెండు మార్గములను అనుసరించినవి. ఒకటి వాతావరణములోని నైట్రోజన్ ఆక్సిజన్‌తో సంయోగింపచేయు పద్ధతి; మరొకటి అమోనియాను ఆక్సీకరణ మొనర్చునది.

ఆక్సిజన్‌తో సంయోగము: 1903 లో హెల్‌బిగ్ అనునతడు రోమ్‌లో విద్యుదుత్సర్గమును వాయుద్రవములోనికి పంపి 190° C వద్ద విరివిగా నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను తయారుచేసెను. ఈ సూత్రమును పారిశ్రామికముగ ఉపయోగించుట డాక్టర్ బర్కలన్డ్, ఆయన సహాయుడైన ఇంజనీరు యువకుడు ఐడ్ వీరి కృషివలన సాధ్యమయ్యెను. వీరు రెండు విద్యుత్ ధ్రువములమధ్య ఆర్క్ (విద్యుచ్చాపమును) అయస్కాంతముచే రెండు మీటరుల వ్యాసముగల బింబముగా విస్తరింప చేయవచ్చునని నిరూపించిరి. దీనికి (విద్యుత్ సూర్యబింబము) అని పేరు. బర్కలన్డ్, ఐడ్ అనువారు 5,000 వోల్టుల ఆల్టర్నేటింగ్ విద్యుత్‌లో



వల్లెమువలె విస్తరించబడిన విద్యుచ్చాపము
(బర్కలన్డ్ అండ్ ఐడ్)

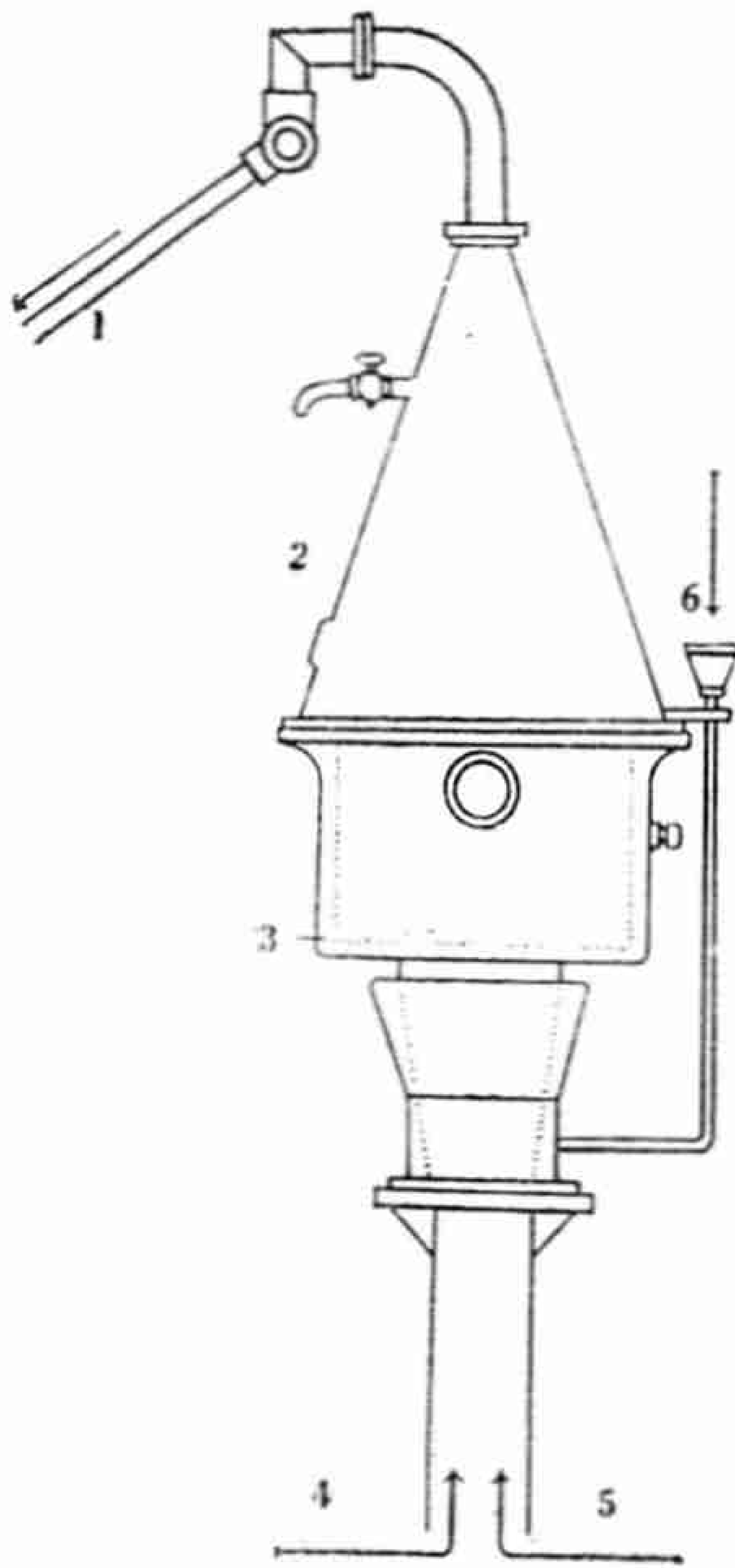
ఆర్క్‌ను నిర్మించిరి. దీనికి రాగిగొట్టములను ధ్రువములుగా ఉపయోగించి అవి ఆర్క్ వేడివలన ఆవిరిగా మారకుండ ఉండుటకు నీటిని గొట్టములద్వారా ప్రవహింపచేసిరి. ఇట్లు తయారైన నైట్రిక్‌ఆక్సైడ్ ఆక్సిజన్‌తో చేరి

* నిరుదకమనగా ఆమ్లమునుండి నీటిని వేరుచేయగా లభించు యౌగికము.

నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌గా మారును. ఈ గాలులలోని వేడిమి బాయిలర్‌లను వేడిచేయుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్‌లను రాతిటవరులద్వారా పంపి, పైనుండి నీటి ధారలద్వారా నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ను తయారు చేయుదురు. అది సున్నముతో చేర్చబడి కాల్సియమ్ నైట్రేట్‌గా మారును. కాల్సియమ్‌నైట్రేట్ సోడియమ్ నైట్రేట్ కంటె ఎరువుగా ఎక్కువ ఉపయోగకరము. ఇది నేలలోనిల్చి సోడియమ్ నైట్రేట్‌వలె నేలయొక్క కొల్లాయిడ్ గుణములను చెరుపదు. మొక్కలకు ఆవశ్యక మగు కాల్సియమ్‌ను, నైట్రేట్‌ను ఇది అందచేయును.

అమోనియా ఆక్సిజనీకరణపద్ధతి : అమోనియాను ఆక్సిజన్‌లో మండునట్లు చేసి తయారుచేయు పద్ధతికూడ పారిశ్రామికముగా ప్రాధాన్యమును గడించినది.

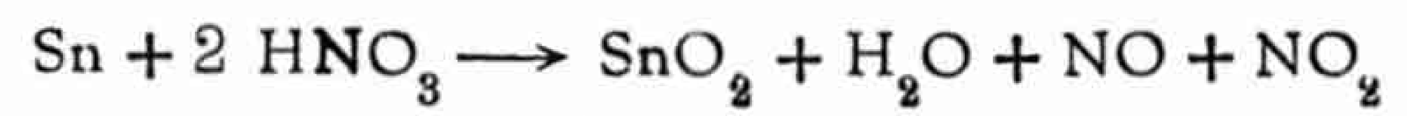
ఓస్ట్‌వాల్డ్, విల్‌హెల్మ్, బౌవర్ అను శాస్త్రజ్ఞులు 1900 లో ఈ పరిణామమును సమగ్రముగా భౌతిక, రాసాయనిక దృష్టితో పరిశోధించిరి. వీరి కృషిఫలితముగా ఈ పద్ధతి పారిశ్రామికముగా ప్రాముఖ్యమునొందెను. వీరు ఉపయోగించిన ప్రేరకము ప్లాటినమ్ స్పాంజి. దీనిని రక్తోష్ణమునకు వేడిచేసి ఆక్సిజన్‌ని, అమోనియాను కలిపి దీనిపై పంపి నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ను తయారు చేసిరి. ఈ వాయువుల ప్రసరణ వేగమును పట్టి కూడా నైట్రిక్‌ఆసిడ్ దిగుబడి ఉండును. దీనికి ఉపయోగించు పాత్రలు విశిష్ట మగు నిర్మాణము కలిగి నికెల్‌తోగాని, అల్యూమినియముతోగాని, ఉక్కుతోగాని తయారు చేయబడవలెను. ఆమ్లము ప్రసరించు భాగములను రాతితోగాని, సీసముతో గాని తయారు చేయుదురు. ఈ పాత్ర నిర్మాణము పటములో చూపబడినది. సంయోగమున లభించు వాయువులు పంపు ద్వారా పైకి తీసికొని పోబడును. అమోనియా, గాలి వీటి మిశ్రమమును వేరొక భాగమున తయారుచేయుదురు. ఈ మిశ్రమముయొక్క ప్రసరణ వేగమును తగ్గించుటకు గాని, హెచ్చించుటక గాని వాల్వులు ఉన్నవి.



అమోనియా పారిశ్రామిక రచన
1. పంపు ; 2. కిటికీ ; 3. ప్లాటినమ్ స్పాంజి ; 4. గాలిమార్గము ; 5. అమోనియా; 6. నీటిప్రవాహము

ధర్మములు : స్వేదనవిధానమున లభించు ఆమ్లము యొక్క సాంద్రత 1·30 - 1·50 వరకు ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ సాధారణముగా చిన్న పసుపురంగును కలిగిఉండును దీనికి కారణము దాని విచ్ఛేదనఫలితమగు నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ($HNO_3$) (ఏకపదామ్లము అనగా దాని అణువులో ఏకయోజనీయ ధాతువులచే స్థానచ్యుతినిపొందించబడగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక్కటే ఉన్నది. అందువలన ఈఆమ్లము ఒకేతరగతిలవణమునిచ్చును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ప్రబల ఆక్సీకరణ సాధనము ధాతువులను, అధాతువులనుకూడ ఆక్సీకరించును. గాలిలో కాల్చునపుడు ధాతువులు ఏ ఆక్సైడ్‌ను ఇచ్చునో నైట్రిక్ ఆసిడ్‌యొక్క చర్యవలన ఆ ఆక్సైడ్‌లే లభించును.

ధాతువులు :



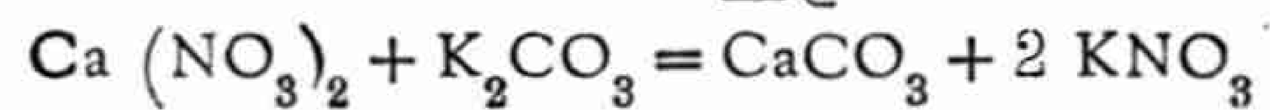
$$Sn + 2\ HNO_3 \longrightarrow SnO_2 + H_2O + NO + NO_2$$

అధాతువులు : కార్బన్‌ను కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌గాను, గంధకమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గాను, భాస్వరమును ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌గాను ఆక్సీకరించును.

మగ్నీషియమ్ ధాతువుముట్టుకు చల్లటి 1 : 30 విలీన నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో హైడ్రోజన్ నిచ్చును. సాధారణముగా నైట్రిక్ ఆసిడ్‌యొక్క ఆమ్ల ప్రవృత్తికన్న ఆక్సీకరణ ప్రవృత్తియే అధికముగా ఉండును.

నైట్రేట్‌లు : నైట్రిక్ ఆసిడ్ లవణాధారములతో కలసి నైట్రేట్‌లను ఇచ్చును. ఇందు సోడియమ్ నైట్రేట్ చాల ముఖ్యమైనది. ఇది చిలీదేశములో ఖనిజముగా దొరకును. నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌ను పారిశ్రామికముగా తయారు చేయుటకు, పొటాసియమ్ నైట్రేట్‌ను తయారుచేయుటకు ఇది ముడిద్రవ్యము.

పొటాసియమ్ నైట్రేట్ : దీనినే బెంగాల్ సాల్ట్‌పీటర్ అందురు. క్రుళ్ళుచున్న నైట్రోజన్ యౌగికములుగల నేలమట్టిని, సున్నముతో కలిపినచో కాల్సియమ్ నైట్రేట్ లభించును. దీనిని నీటిలో కరగించి, వడపోసి, కర్రలు కాల్చిన బుగ్గితో (దీనిలో పొటాష్ క్షారముండును) కలిపి మరగించినచో పొటాసియమ్ నైట్రేట్ లభించును :



$$Ca\ (NO_3)_2 + K_2CO_3 = CaCO_3 + 2\ KNO_3$$

ఈ మిశ్రమమును వడపోసి స్ఫటికీకరించినప్పుడు పొటాసియమ్ నైట్రేట్ విడిగా లభించును. బెంగాల్‌లో ఈ విధానమును ఉపయోగించి ఈలవణమును తయారుచేయుట వలన దీనికి బెంగాల్ సాల్ట్‌పీటర్ అని పేరు వచ్చినది.

ఇది తుపాకిమందును తయారుచేయుటకు ప్రధానమైన ముడిద్రవ్యము. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌ను వేడినీటిలో ద్రావణము యొక్క విశిష్టగురుత్వము 1.2 అగువరకు కర ంచి, ఈ ద్రావణము యొక్క విశిష్టగురుత్వము 1.5 వరకు పెరుగువరకు సోడియమ్ నైట్రేట్‌ను కలుపుదురు. ఈ ద్రావణ మిశ్రమునుండి ముందుగా సోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికములు పైకివచ్చును. వీటిని వడపోతవలన తీసివేసి మిగిలిన ద్రావణమును చల్లార్చినచో పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములు లభించును.

నైట్రేట్‌లు అన్నియు నీటిలో కరుగును. అందువలన ల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌నకు, హేలొజన్ ఆసిడ్‌లకున్నట్లు నైట్రిక్ ఆసిడ్‌నకు గుర్తించుటకు అవక్షేపకద్రవ్యములు ువియు లేవు.

శోధననాళములో ఉంచిన నైట్రిక్ ఆసిడ్‌నకు గాని, నైట్రేట్ ద్రావణమునకుగాని కొంచెము ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ ద్రావణమును కలిపి నాళము ప్రక్కలనుంచి గాఢ సల్ ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను ద్రావణ మిశ్రములోనికి జాగ్రత్తగా ంగజార్చినచో బరువైన సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ నాళము యొక్క అడుగున చేరును. పైనున్న తేలికైన ద్రావణ మునకు, దీనికి మధ్య ఉన్న సంపర్కతలమున నల్లటి ంగుగల యౌగికము వలయాకారమున ఏర్పడుట ననగును. ఈ రంగు $FeSO_4$, NO అను అణుయౌగి ముసది.

శోధననాళమును ఏమాత్రము కదల్చిన ఈ యౌగికము ిడిపోయి నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ పైకిపోవును. ఫెర్రస్ సల్ఫేట్ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌చే ఆక్సీకరింపబడుటచే ఫెర్రిక్ ునము యొక్క పసుపురంగు మిగిలి ఉండును. కాని ఈ శోధన ప్రక్రియ నైట్రేట్‌లను గుర్తించుటకుకూడ పనికి చ్చును. కాని నైట్రేట్ శోధనకు విలీన సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిపినను ప్రక్రియ జరుగును. నైట్రేట్‌లకు మట్టుకు గాఢ సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ఆవశ్యకము.

**నైట్రోజన్ హేలొజన్ యౌగికములు :** 1. నైట్రోజన్ ట్రైక్లోరైడ్ ($NCl_3$), 2. నైట్రోజన్ బ్రోమైడ్ (NBr), . నైట్రోజన్ అయొడైడ్ ($NI_2$)

ఈ యౌగికములు ఉపద్రవకరములైన విదారక ద్రవ్య ములు. మొదటిది అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము లోనికి క్లోరిన్‌ను ప్రవేశపెట్టుటవలన పసుపు పచ్చరంగు ల నూనెవలె క్రిందికిచేరును. $NH_4Cl + 3\ Cl_2 \longrightarrow NCl_3\downarrow + 4\ HCl$. రెండవది పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్‌పై మొదటిదాని చర్యవలన లభించును. $3\ KBr + NCl_3 = NBr_3 + 3\ KCl$. మూడవది అమోనియాకు అయొడీన్ చూర్ణమును చేర్చుటవలన ఏర్పడును. దీని సాంకేతికము $NHI_2$.

మే. వ. స.

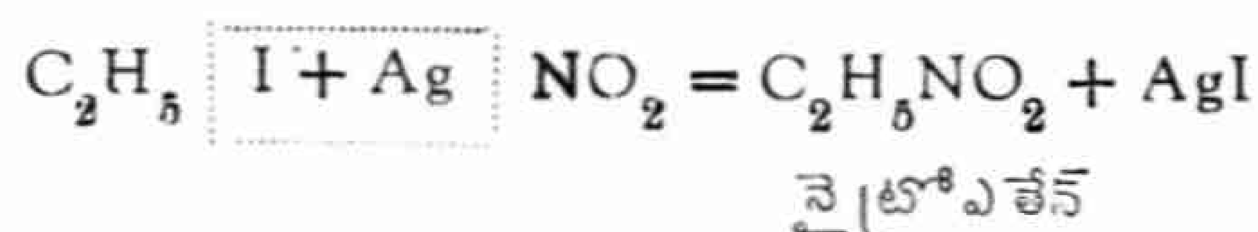
**నైట్రోజన్ యౌగికములు, ఆరొమాటిక్ :** చూ. ఆరొమాటిక్ నైట్రోయౌగికములు ; పు, 180.

**నైట్రోయౌగికములు అలిఫాటిక్ - నైట్రైట్‌లు :** హైడ్రోకార్బన్‌నందు ఉండు హైడ్రోజన్‌ని నైట్రో ($-NO_2$) గణముచే తొలగించినచో నైట్రో యౌగికములు ఏర్పడును. ఈయౌగికములు ఆల్కహాల్‌లతో నైట్రస్ ఆసిడ్ సంయోగించినపుడు ఏర్పడు నైట్రైట్ ఎస్టర్‌లతో సమాంగరూపములుగా ఉండును:



$CH_3NO_2$ — నైట్రోమిథేన్ $CH_3O{\cdot}N = O$ — మిథేన్ నైట్రైట్

రచనావిధానము : ఆల్కిల్ హేలైడ్‌లపై సిల్వర్ నైట్రైట్ చర్యవలన.



$$C_2H_5\ I + Ag\ NO_2 = C_2H_5NO_2 + AgI$$

నైట్రోఎథేన్

ఈ విధానమునందు నైట్రోయౌగికములతో బాటు నైట్రైట్‌లుకూడ ఏర్పడును. ఇట్లుఏర్పడిన నైట్రోమిథేన్ రాశిలో సగము నైట్రైట్ ఉండును. యౌగికమందు కార్బన్ పరమాణుసంఖ్య ఎక్కువగుకొలది నైట్రైట్‌రాశి ఎక్కువ అగుచుండును. అందువలన నైట్రోయౌగికములరచనకు ఈ ప్రక్రియ అంత అనుకూలము కాదు.

నేడు ఋజుశృంఖల, లేదా శాఖాశృంఖల హైడ్రో కార్బన్‌లను వాయుస్థితిలో నైట్రిక్‌ఆసిడ్ బాష్పముచే 420°C వద్ద నత్రితీకరించి నైట్రోయౌగికములను విరివిగా తయారు చేయుచున్నారు.

**గుణము :** అలిఫాటిక్ నైట్రోయౌగికములు సాధా రణముగా ద్రవ్యావస్థలోఉండును. సద్యోజాత హైడ్రో జన్‌చే ఇవి ఎమీన్‌లుగా ఆక్సీహరించబడును (చూ. అలి ఫాటిక్ ఎమీన్‌లు ; పు. 188).

అలిఫాటిక్ నైట్రోయౌగికములు ఆరొమాటిక్‌యౌగి కములంత పారిశ్రామికప్రసిద్ధిని గాంచలేదు. (చూ. ఆరొ మాటిక్ నైట్రోయౌగికములు పు. 180).

మే. వ. స.

**నైట్రోటాల్యుయిన్ :** చూ. ఆరొమాటిక్ నైట్రో యౌగికములు - పు. 180.

**నైట్రోబెన్జీన్ :** చూ. ఆరొమాటిక్ నైట్రోయౌగి కములు - పు. 180.

**నోబెల్, బెర్నార్డ్ అల్‌ఫ్రెడ్ (1833 - 1891) :** స్వీడన్ దేశపు రాసాయనికుడు, డైనమైట్ అను ప్రచండ విదారక ద్రవ్యము ఈయన నిర్మించినదియే. నేడు ప్రకృతి

శాస్త్రములందు మహత్తర పరిశోధనలను చేసిన వారికి ఇచ్చు ప్రసిద్ధ నోబెల్ బహుమాన సంస్థ ఈయన స్థాపించినదియే.

ఈయన జన్మనగరము స్వీడన్ దేశపురాజధాని అగు స్టాక్‌హోమ్. ఈయన ప్రస్తుతము లెనిన్‌గ్రాడ్ అను పేరును మోయుచున్న నాటి రష్యారాజధానియగు సెంట్ పీటర్స్‌బర్గ్‌లో విద్యప్రారంభించి, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఇంజనీరింగు విద్యయందు నిష్ణాతుడాయెను. తనతండ్రిగారి కర్మాగారమందు తొలుత నైట్రోగ్లిసరీన్‌పై పరిశోధనలను ఈయన మొదలిడెను. ఈ ఉపద్రవకరమగు విదారకద్రవ్యమును ప్రమాదములేని విదారకద్రవ్యముగ మార్చవలెనని ఈయన ఆశ. తొలిప్రయత్నములందు కొంత విఫలుడైనను కొనకు దీనిని కీసల్‌గుర్*పొడితో కలిపి నిరుపద్రవకరమైన డైనమైట్‌ను తయారుచేయగలిగెను. దీనిని అమ్మి, ఆల్‌ఫ్రెడ్‌నోబెల్ మిక్కిలి ధనవంతుడాయెను. దీనినేగాక, ఈయన యుద్ధమునకువలయు ఆయుధములను, మరికొన్ని విదారక ద్రవ్యములను తయారుచేయగల కర్మాగారములను అనేకముల స్థాపించెను.

చివరిరోజులలో జనవినాశకారణమగు యుద్ధసామగ్రిని తాను ఇదివరకు తయారుచేయుచున్నందులకు పశ్చాత్తాపపడి, తన ఉయిలులో లోకములో శాంతిస్థాపనకు, విజ్ఞానము విస్తరింపచేయుటకు బహుమానములను ఇచ్చుటకుగాను 4½ కోట్ల రూపాయలను కేటాయించెను. దానిపై వచ్చు వడ్డీవలన ప్రతిసంవత్సరము ఇచ్చుటకు క్రింది అయిదురకముల బహుమాన ధర్మసంస్థను నెలకొల్పెను: 1. భౌతికశాస్త్రమందలి మహత్తరవిషయావిష్కరణకు, 2. అట్లే రాసాయనికశాస్త్రమునందు; 3. శారీరకశాస్త్రము లేదా చికిత్సాశాస్త్రమందు; 4. భావప్రధానమగు విశిష్టవాఙ్మయ రచనకు; 5. ప్రపంచమందు శాంతిని నెలకొల్పుటకు చేయబడిన దక్షతతమోద్యమమునకు.

భౌతిక, రాసాయనిక శాస్త్రములలో నోబెల్ బహుమాన ప్రతిగ్రహీతలపట్టీ చూడదగును. మే. వ. న.

**నోబెలియమ్ :** ఇది సరిక్రొత్తగా కనిపెట్టబడిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; రేడియోధార్మికపు స్వభావము కలది; పరమాణ్వంకము 102; సంకేతము **No**; పరమాణుభారము 253; (స్థూలరాశి); ఇప్పటివరకూ కృత్రిమంగా సాధించబడిన మూలద్రవ్యములు అన్నిటిలోను బరువైనది.

* * *

* కొన్నిసూక్ష్మజీవుల అస్థిపంజరములకు కీసల్‌గుర్ అని పేరు; ఇది ఇసుకమయము.

**న్యూటన్, సర్ ఐజక్ (1642 - 1727):** కేంబ్రిట్రినిటీకాలేజిలో విద్యను పూర్తిచేసికొని ఆకాలేజికి సభ్యుడుగా 1667 లో ఎన్నుకొనబడెను. 1684 నాటికి గురుత్వాకర్షణసిద్ధాంతమును సమగ్రముగా స్థాపించి, సూర కుటుంబచలనమునకు దానిని అన్వయింపజేసెను. తో చుక్కల దీర్ఘవృత్తచలనమును ఈయన నిరూపించగలిగెన యాంత్రికశాస్త్ర మూలనియమములగు మూడుగతినియమ ములను ఉద్ఘాటించెను. 1609 మొదలు 1701 సంవత్సరము వరకు కేంబ్రిడ్జియూనివర్సిటీలో గణితాచార్యుడుగ


సర్ ఐజక్ న్యూటన్

ఉండెను. 1671 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడును, 1698 లో పార్ల మెంటు సభ్యుడు న అయెను. తరువా టంకశాల అధ్యక్షుడుగ నియమితు డయినాడు 1703 లో రాయల్ సంఘాధ్యక్ష పదవి మరల స్వీకరిం ఆజన్మాంతము అధ్యక్ష పదవిని అలంకరించెను

ఈయన ఆవిష్కరణములు చాల ఉన్నవి. అందులో శ్వే కాంతివిశ్లేషణము, పరావర్తన దూరదర్శని నిర్మాణము కాంతిమిథస్సంఘట్టనవలన జనించు వలయములు - (చూ న్యూటన్ వలయములు) ఇవి భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమునక చెందినవి; బైనామియల్ సిద్ధాంతము, చలనగణితము తృతీయఘాత సమీకరణ సాధనము, ఇవి గణితశాస్త్రము నకు చెందినవి. కాంతి కణరూపమున ప్రసరించునని ఈయన వాదము. తన ఖగోళయాంత్రికశాస్త్ర సిద్ధాంతములన గణితశాస్త్రపద్ధతులతో మేళవించి 'ప్రిన్సిపియా' (మూల తత్వములు) అను ఉద్గ్రంథమును 1685 - 87 లో రచించెను (చూ. పు. 19-27). బి. పూ. రా

**న్యూటన్‌వలయములు :** అతిచదునైన గాజుపలక మీద ఒక ఉన్నతోదరకటకమును ఉంచినపుడు కనబడ కాంతిమిథస్సంఘట్టనకు న్యూటన్ వలయము అని పేరు.

ఏకవర్ణకాంతి ప్రభవస్థానమునుండి ఒకనిర్దిష్టకోణములో ప్రతిఫలించి ప్రత్యవేక్షకుని కంటిని ప్రవేశించునట్లు గాజుపలకపై కటకమును ఉంచినపుడు కటకపు అడుగ గాజుపలకను తాకిన బిందువుచుట్టు ఒకదానితరువాతఒక సమకేంద్రముగా వెలుతురు, చీకటి వలయములు క

## భౌతిక శాస్త్రము

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1901 | విల్‌హెల్మ్ కాన్రాడ్ రన్టజన్ | — | 1845–1923 | జర్మనీ |
| 2. | 1902 | హెండ్రిక్ అంటూన్ లోరెన్ట్స్ | — | 1853–1928 | హాలండ్ |
| 3. | 1902 | పీటర్ జేమాన్ | — | 1865–1943 | హాలండ్ |
| 4. | 1903 | ఆంట్వాఁ అన్రి బెక్రెల్ | — | 1852–1908 | ఫ్రాన్స్ |
| 5. | 1903 | పియరీ క్యూరీ | — | 1859–1906 | ఫ్రాన్స్ |
| 6. | 1903 | మేరియా స్క్లోడవ్‌స్కా క్యూరీ * | — | 1867–1934 | ఫ్రాన్స్ |
| 7. | 1904 | లార్డ్ జాన్ విలియమ్ స్ట్రట్ రాలి | — | 1842–1919 | ఇంగ్లండు |
| 8. | 1905 | ఫిలిప్ ఇ. ఎ. ఫాన్ లెనార్డ్ | — | 1862–1947 | జర్మనీ |
| 9. | 1906 | సర్ జోసెఫ్ జాన్ థామ్సన్ | — | 1856–1940 | ఇంగ్లండు |
| 10. | 1907 | ఆల్బర్ట్ ఏ. మైకెల్‌సన్ | — | 1852–1931 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 11. | 1908 | గేబ్రియల్ లిప్‌మన్ | — | 1845–1921 | ఫ్రాన్స్ |
| 12. | 1909 | గూగ్లియెల్మో మార్కోనీ | — | 1874–1937 | ఇటలీ |
| 13. | 1909 | కార్ల్ ఫెర్డినాండ్ బ్రాన్ | — | 1850–1918 | జర్మనీ |
| 14. | 1910 | జోహానెస్ డిడెరిక్ వాన్‌డెర్ వాల్స్ | — | 1837–1923 | హాలండ్ |
| 15. | 1911 | విల్‌హెల్మ్ వీన్ | — | 1864–1928 | జర్మనీ |
| 16. | 1912 | నీల్స్ గస్టఫ్ డాలేన్ | — | 1869–1937 | స్వీడెన్ |
| 17. | 1913 | హైకె కామర్‌లింగ్ ఆనెస్ | — | 1853–1926 | హాలండ్ |
| 18. | 1914 | మాక్స్‌ఫాన్ లవే | — | 1879 | జర్మనీ |
| 19. | 1915 | సర్ విలియమ్ హెన్రీ బ్రాగ్ | — | 1862–1942 | ఇంగ్లండు |
| 20. | 1915 | సర్ విలియమ్ లారెన్స్ బ్రాగ్ | — | 1890 | ఇంగ్లండు |
| | 1916 | బహుమతిలేదు | — | — | — |
| 21. | 1917 | చార్లెస్ గ్లోవర్ బార్క్లా | — | 1877–1944 | ఇంగ్లండు |
| 22. | 1918 | మాక్స్ కార్ల్ ఎర్నెస్టు లుడ్విగ్ ప్లాంక్ | — | 1858–1947 | జర్మనీ |
| 23. | 1919 | జోహానెస్ స్టార్క్ | — | 1874 | జర్మనీ |
| 24. | 1920 | చార్లెస్ ఎడ్వర్డ్ గేయోమ్ | — | 1861–1938 | ఫ్రాన్స్ |
| 25. | 1921 | ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టయిన్ | — | 1879–1955 | జర్మనీ |
| 26. | 1922 | నీల్స్‌బోర్ | — | 1885–1962 | డెన్మార్క్ |
| 27. | 1923 | రాబర్ట్ ఆండ్రూస్ మిల్లికన్ | — | 1886–1953 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 28. | 1924 | కార్ల్ మన్నెజార్జి సీగ్‌బాన్ | — | 1886 | స్వీడెన్ |
| 29. | 1925 | జేమ్స్ ఫ్రాన్క్ | — | 1882 | జర్మనీ |
| 30. | 1925 | గస్టావ్ హెర్ట్స్ | — | 1887–1950 | జర్మనీ |
| 31. | 1926 | జీన్‌బాప్టిస్టె పెరాఁ | — | 1870–1942 | ఫ్రాన్స్ |
| 32. | 1927 | ఆర్థర్ హోలీ కాంప్టన్ | — | 1892 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 33. | 1927 | చార్లెస్ టి. ఆర్. విల్సన్ | — | 1869 | ఇంగ్లండు |
| 34. | 1928 | ఓవెన్ విలాన్స్ రిచర్డ్‌సన్ | — | 1879 | ఇంగ్లండు |
| 35. | 1929 | లూయీ విక్టర్ డీబ్రాయ్ | — | 1892 | ఫ్రాన్స్ |
| 36. | 1930 | సర్ చంద్రశేఖర వెంకటరామన్ | — | 1888 | ఇండియా |
| | 1931 | బహుమతి లేదు | — | — | — |

* మేరియాక్యూరీ 1911 లో రాసాయనిక శాస్త్రములో కూడ నోబెల్ బహుమతిని పొందినది.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 37. | 1932 | వెర్నర్ హైజన్‌బర్గ్ | — | 1901 | జర్మనీ |
| 38. | 1933 | పాల్ ఏడ్రిఎన్ మారిస్ డిరాక్ | — | 1902 | ఇంగ్లండు |
| 39. | 1933 | ఎర్విన్ ష్రడింగర్ | — | 1887 | ఆస్ట్రియా |
| | 1934 | బహుమతిలేదు | | | |
| 40. | 1935 | సర్ జేమ్స్ చాడ్విక్ | — | 1891 | ఇంగ్లండు |
| 41. | 1936 | కార్ల్ డేవిడ్ ఆండర్సన్ | — | 1905 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 42. | 1936 | విక్టర్ ఫ్రాన్సిస్ హెస్ | — | 1883 | ఆస్ట్రియా |
| 43. | 1937 | క్లింటన్ జోసెఫ్ డేవిసన్ | — | 1881 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 44. | 1937 | జార్జి పి. థామ్సన్ | — | 1892 | ఇంగ్లండు |
| 45. | 1938 | ఎన్రికో ఫెర్మీ | — | 1901–1954 | ఇటలీ |
| 46. | 1939 | ఎర్నెస్ట్ ఓ. లారెన్స్ | — | 1901 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| | 1940–1942 | బహుమతి లేదు | — | — | — |
| 47. | 1943 | ఆటోస్టెర్న | — | 1888 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 48. | 1944 | ఇసిడోర్ ఐజక్ రాబీ | — | 1898 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 49. | 1945 | వుల్ఫ్‌గాంగ్ పౌలీ | — | 1900 | ఆస్ట్రియా |
| 50. | 1946 | పెర్సీవిలియమ్స్ బ్రిడ్జ్‌మన్ | — | 1882 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 51. | 1947 | ఎడ్వర్డ్ విక్టర్ ఆపిల్‌టన్ | — | 1892 | ఇంగ్లండు |
| 52. | 1948 | పి. ఎమ్. ఎస్. బ్లాకెట్ | — | 1897 | ఇంగ్లండు |
| 53. | 1949 | హిడెకీ యూకావా | — | 1907 | జపాన్ |
| 54. | 1950 | సి. ఎఫ్. పావెల్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 55. | 1951 | సర్ జాన్ కాక్‌క్రాఫ్ట్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 56. | 1951 | ఇ. టి. ఎస్. వాల్టన్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 57. | 1952 | ఇ. పుర్‌సెల్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 58. | 1952 | ఎఫ్. బ్లాచ్ | — | — | స్టాన్‌ఫర్డ్ |
| 59. | 1953 | ఫ్రిట్జ్ జర్నికే | — | — | హాలండ్ |
| 60. | 1954 | మాక్స్‌బోర్న & వాల్టర్ బాతే | — | — | జర్మనీ |
| 61. | 1955 | విల్లిస్ ఇలాంబ్ & పోలీ కార్ప్కుష్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 62. | 1956 | జాన్‌బార్డీన్ & విలియమ్ బి. షాక్లే | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| | | వాల్టర్ ఎచ్. బ్రాటైన్ | | | |
| 63. | 1957 | ట్సుంగ్ డా ఓలీ & చెన్ నింగ్ యంగ్ | — | — | చీనా |
| 64. | 1958 | పావెల్ ఎ. చెర్న్‌కావ్, | — | — | — |
| | | ఇల్యా ఎమ్. ఫ్రాంక్ & ఐగార్ ఇ. టామ్ | — | — | సోవియట్ రష్యా |
| 65. | 1959 | ఓవెన్ చేంబర్లేన్ & ఎమిలియోజి సెగ్రె | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 66. | 1960 | డొనాల్డ్ ఏ. గ్లాసర్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 67. | 1961 | రాబర్ట్ హాఫ్‌స్టాటర్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 68. | 1961 | ఆర్. ఎల్. మస్‌బర్ | — | — | జర్మనీ |
| 69. | 1962 | ఎల్. డి. లాండా | — | — | సోవియట్ రష్యా |
| 70. | 1963 | యూజీన్ బి. విగ్నర్ | — | — | హంగరీ |
| 71. | 1963 | మేరియా గోపెర్ట్ మేయర్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 72. | 1963 | డి. జెన్సన్ | — | — | జర్మనీ |

## రాసాయనిక శాస్త్రము

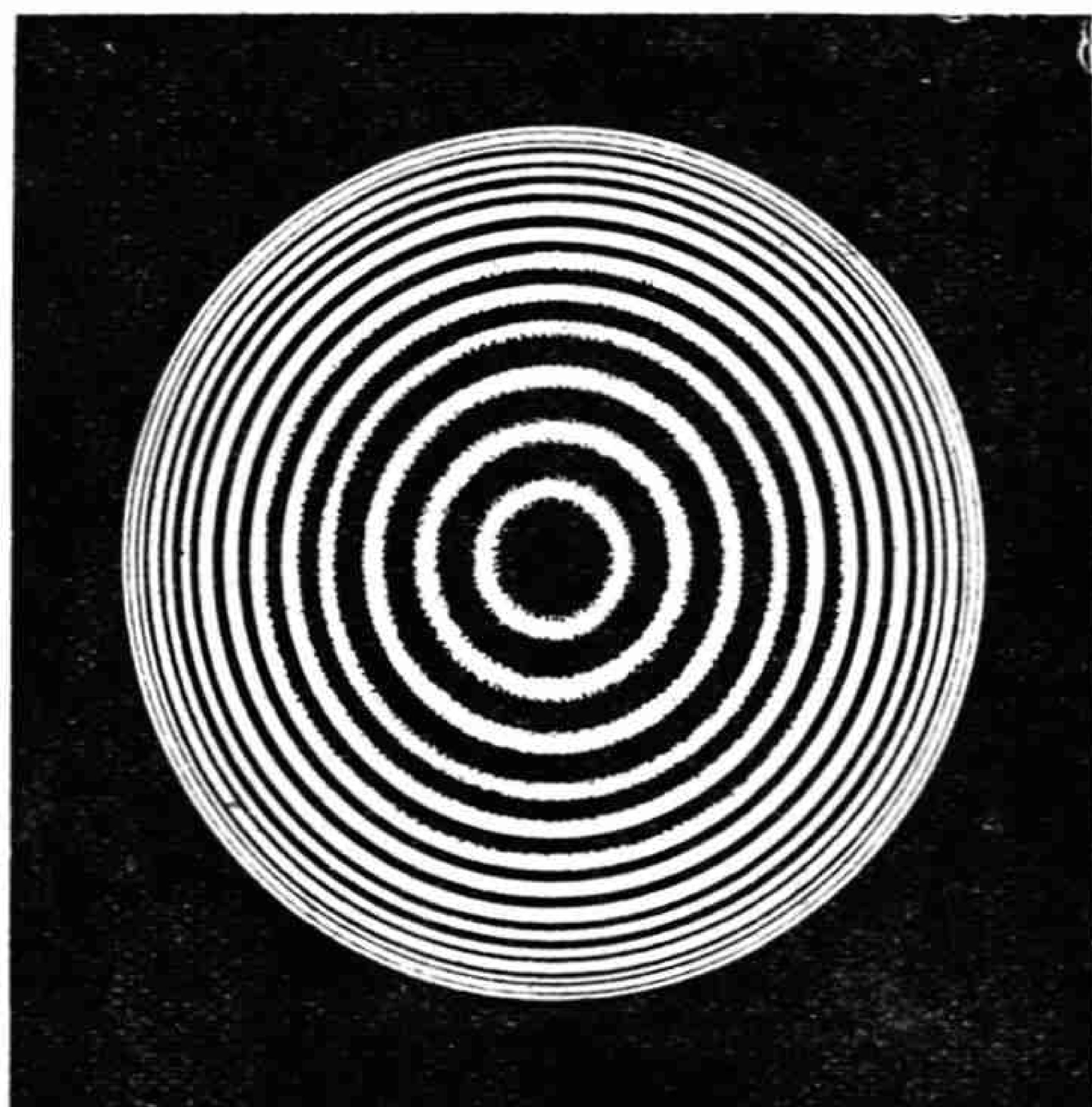
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 1901 | ఫాన్ట్‌హాఫ్ జాకొబస్ హెన్రికస్ | — | 1852–1911 | హాలండ్ |
| 2. | 1902 | ఎమిల్ ఫిషర్ | — | 1852–1919 | జర్మనీ |
| 3. | 1903 | స్వాంటే ఆరేనీయుస్ | — | 1859–1927 | స్వీడెన్ |
| 4. | 1904 | సర్ విలియమ్ రామ్జీ | — | 1852–1916 | ఇంగ్లండు |
| 5. | 1905 | ఎడాల్ఫ్‌ఫాన్ బెయర్ | — | 1835–1907 | జర్మనీ |
| 6. | 1906 | హెన్రీ మ్వాసాన్ | — | 1852–1907 | ఫ్రాన్స్ |
| 7. | 1907 | ఎడ్వర్డ్ బుక్‌నర్ | — | 1860–1907 | జర్మనీ |
| 8. | 1908 | ఎర్నెస్టు రూతర్‌ఫర్డు | — | 1871–1937 | ఇంగ్లండు |
| 9. | 1909 | విల్హెల్మ్ ఓస్ట్‌వాల్డ్ | — | 1852–1932 | జర్మనీ |
| 10. | 1910 | ఆటోవాలాక్ | — | 1847–1931 | జర్మనీ |
| 11. | 1911 | మేరియాక్యూరీ* | — | 1867–1934 | ఫ్రాన్స్ |
| 12. | 1912 | విక్టర్ గ్రీన్‌యార్డ్ | — | 1871–1934 | ఫ్రాన్స్ |
| 13. | 1912 | పాల్ సబట్యే | — | 1854–1941 | ఫ్రాన్స్ |
| 14. | 1913 | ఆల్‌ఫ్రెడ్ వెర్నర్ | — | 1866–1919 | స్విజర్లండ్ |
| 15. | 1914 | తియోడోర్ విలియమ్ రిచర్డ్స్ | — | 1868–1928 | యునైటెడ్‌స్టేట్స్ |
| 16. | 1915 | రిచర్డ్ విల్‌స్టెటర్ | — | 1872–1942 | జర్మనీ |
| | 1916<br>1917 | బహుమతి లేదు | — | — | — |
| 17. | 1918 | ఫ్రిట్స్ హాబర్ | — | 1868–1934 | జర్మనీ |
| | 1919 | బహుమతి లేదు | — | — | |
| 18. | 1920 | వాల్టర్ హెర్మన్ నెర్న్స్ట్ | — | 1864–1941 | జర్మనీ |
| 19. | 1921 | ఫ్రెడరిక్ సాడీ | — | 1877 | ఇంగ్లండు |
| 20. | 1922 | ఫ్రాన్సిస్ విలియమ్ ఆస్టన్ | — | 1877–1945 | ఇంగ్లండు |
| 21. | 1923 | ప్రేగెల్ ఫ్రిట్స్ | — | 1869–1930 | ఆస్ట్రియా |
| | 1924 | బహుమతి లేదు | — | — | — |
| 22. | 1925 | ఝిగ్‌మాన్‌డీ రిచర్డ్ | — | 1865–1929 | జర్మనీ |
| 23. | 1926 | తియోడోర్ స్వెబెరీ | — | 1884 | స్వీడెన్ |
| 24. | 1927 | హెన్రిష్ వీలాంట్ | — | 1877 | జర్మనీ |
| 25. | 1928 | ఎడాల్ఫ్ విండాస్ | — | 1876 | జర్మనీ |
| 26. | 1929 | సర్ ఆర్థర్ హార్డెన్ | — | 1865–1940 | ఇంగ్లండు |
| 27. | 1929 | హాన్స్ వాన్‌ఆయిలర్ చెల్పిల్ | — | 1873 | స్వీడెన్ |
| 28. | 1930 | హాన్స్ ఫిషర్ | — | 1881–1945 | జర్మనీ |
| 29. | 1931 | కార్ల్ బాష్ | — | 1874–1940 | జర్మనీ |
| 30. | 1931 | ఫ్రెడరిక్ బెర్జియస్ | — | 1884–1949 | జర్మనీ |
| 31. | 1932 | ఇర్వింగ్ లాన్గ్‌మ్యూర్ | — | 1881 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| | 1933 | బహుమతి లేదు | — | — | — |
| 32. | 1934 | హెరాల్డ్ క్లేటన్ యూరీ | — | 1893 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 33. | 1935 | ఫ్రెడరిక్ జోలియో క్యూరీ | — | 1900 | ఫ్రాన్స్ |

* మేరియా క్యూరీ 1903 లో ఆంట్వాఁ ఆన్రీ బెక్రెల్, పియరి క్యూరీ అనువారలతో భౌతిక శాస్త్ర నోబెల్ మహుమతిని పంచుకున్నది.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 34. | 1935 | ఐరీన్ జోలియో క్యూరీ | — | 1897–1956 | ఫ్రాన్స్ |
| 35. | 1936 | పీటర్ జోసెఫ్ విల్ హెల్మ్ డీబై | — | 1884 | హాలండ్ |
| 36. | 1937 | వాల్టర్ నార్మన్ హావర్త్ | — | 1883–1950 | ఇంగ్లండు |
| 37. | 1937 | పాల్ కారర్ | — | 1889 | |
| 38. | 1938 | రిచర్డ్ కూన్ | — | 1900 | జర్మనీ |
| 39. | 1939 | ఎడాల్ఫ్ బూటెనాన్డ్ | — | 1903 | జర్మనీ |
| 40. | 1939 | లియోపాల్డ్ రుచికా | — | 1887 | యుగోస్లావియా |
| | 1940–1942 | బహుమతిలేదు | — | — | — |
| 41. | 1943 | జార్జిఫాన్ హెవిసీ | — | 1885 | హంగరీ |
| 42. | 1944 | ఆటోహాన్ | — | 1879 | జర్మనీ |
| 43. | 1945 | ఆర్ టురి ఇల్మారి విర్ టనెన్ | — | 1895 | ఫిన్లండ్ |
| 44. | 1946 | జేమ్స్ బి. సమేనర్ | — | 1887–1955 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 45. | 1946 | జాన్ ఎచ్. నార్ త్రప్ | — | 1891 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 46. | 1946 | వెన్ డెల్ ఎమ్. స్టాన్లీ | — | 1904 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 47. | 1947 | సర్ రాబర్ట్ రాబిన్ సన్ | — | 1886 | ఇంగ్లండు |
| 48. | 1948 | ఆర్నె విల్ హెల్మ్ కె. టిసెలిఅస్ | — | 1902 | స్వీడన్ |
| 49. | 1949 | విలియమ్ ఫ్రాన్సిస్ గియాక్ | — | 1895 | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 50. | 1950 | ఆటో డీల్స్ | — | — | జర్మనీ |
| 51. | 1950 | కుర్ట్ ఆల్డర్ | — | — | జర్మనీ |
| 52. | 1951 | ఇ. ఎమ్. మాక్మిలన్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 53. | 1951 | గ్లెన్. టి. సీబార్గ్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 54. | 1952 | ఏ. జె. పి. మార్టిన్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 55. | 1952 | ఆర్. ఎల్. ఎమ్. సింజ్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 56. | 1953 | హెర్మన్ స్టాడింగర్ | — | — | జర్మనీ |
| 57. | 1954 | లైనస్ కార్ల్ పాలింగ్ * | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 58. | 1955 | విన్సెంట్ డూ విన్యోడ్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 59. | 1956 | సైరిల్ హిన్షెల్ వుడ్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 60. | 1956 | ఎన్. ఎన్. సెమెనావ్ | — | — | సోవియట్ రష్యా |
| 61. | 1957 | సర్ అలెగ్జాండర్ టాడ్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 62. | 1958 | ఎఫ్. సాంగర్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 63. | 1959 | జారోస్లావ్ హెరోవ్ స్కీ | — | — | జెకోస్లోవాకియా |
| 64. | 1960 | విల్లర్డ్ ఎఫ్. లిబ్బీ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 65. | 1961 | ఎమ్. కాల్విన్ | — | — | యునైటెడ్ స్టేట్స్ |
| 66. | 1962 | ఎమ్. ఎఫ్. పెరుట్స్ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 67. | 1962 | జె. సి. కెన్ డ్రూ | — | — | ఇంగ్లండు |
| 68. | 1963 | గిలియో నట్టా | — | — | ఇటలీ |
| 69. | 1963 | కార్ల్ జీగ్లర్ | — | — | జర్మనీ |

* 1962 నోబెల్ శాంతి బహుమతి కూడ పాలింగ్ కు లభించింది.

పించును. పలకకును, కటకమునకును మధ్యఉన్న గాలి పొర దళసరి అవి కలిసిఉన్న కేంద్రబిందుస్థానమునుండి వెలుపలికి క్రమముగా హెచ్చగుచుండును. ఇట్టి గాలి



న్యూటన్‌వలయములు

పొరలో చొరబడిన కాంతితరంగముల పరస్పర సంఘట్టనముచే ఈ వలయములు ఏర్పడును. రెండు కాంతితరంగ



న్యూటన్‌వలయ ప్రదర్శకపరికరము

ములు తలకు తల కలసికూడినపుడు కాంతి వృద్ధియగుటయును ; తల, మొల కలిసినపుడు కాంతిలేకపోవుటయును తటస్థించుటవలన ఒకదానితరువాత ఒకటిగా ఈ వెలుతురు, చీకటి చాళ్లు ఏర్పడును. మే. వ. స.

**న్యూట్రాన్‌లు** : ప్రోటాన్‌ద్రవ్యమంత ద్రవ్యము కలిగి ఎట్టి విద్యుదావేశమును లేనట్టి కణముఒకటి పరమాణు కేంద్రకములో ఉండవచ్చునని లార్డురూథర్‌ఫర్డు జోస్యము చెప్పెను. 'న్యూట్రాన్' అని ఆ కణమునకు ఆయన నామకరణము (1920) చేసినాడు. ఆ కణముయొక్క లక్షణములను కొన్నిటినిగురించి జోస్యము చెప్పుటకుకూడ ఆయన వెనుదీయలేదు. అంతటినుండియు ఆయనశిష్యులలో పలువురు ఆ కణాన్వేషణకై పరిశోధనలు ప్రారంభించిరి. చివరకు ఆకణాన్వేషణగౌరవము చాడ్విక్ (చూ. పు.339) మహాశయునకు దక్కినది. 1932 లో ఆ కణమును కనిపెట్టినట్లు ఆయన ప్రచురించినాడు.

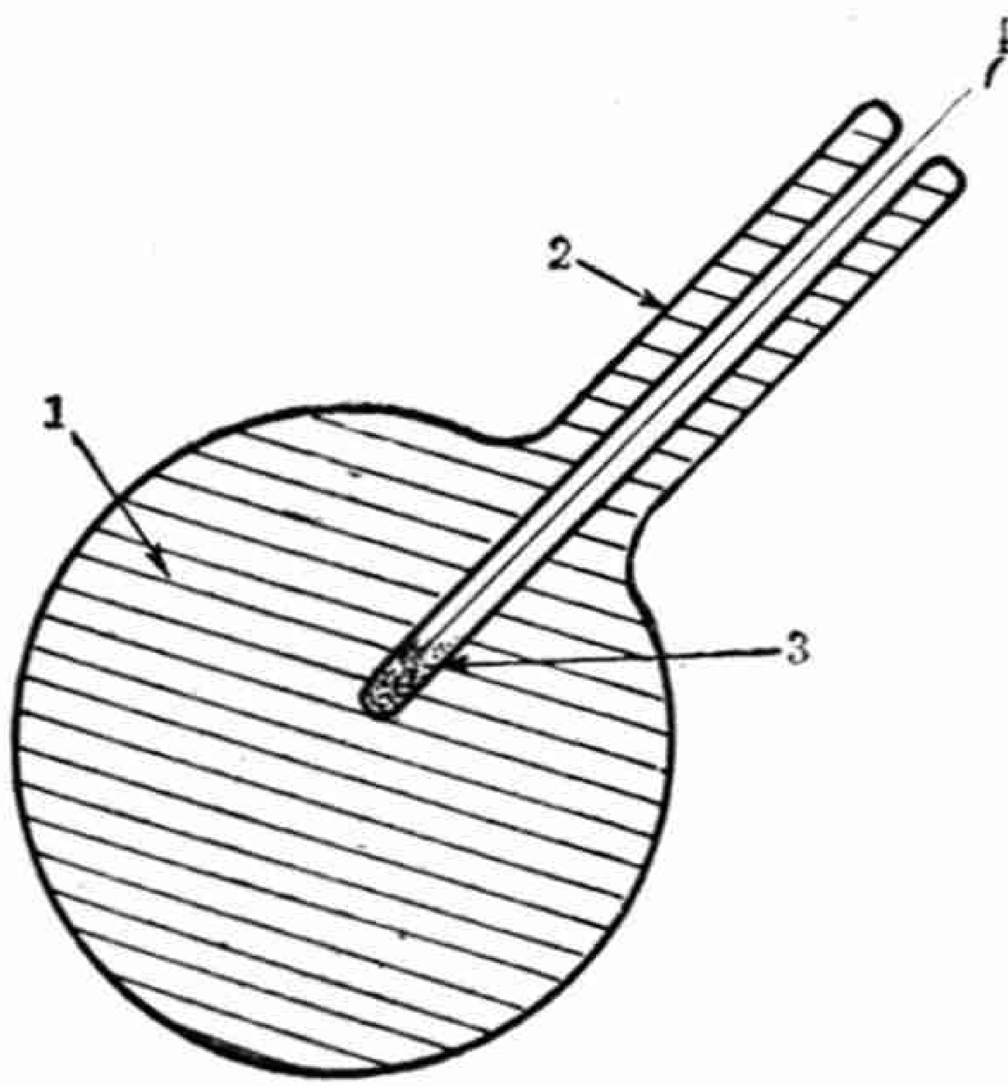
పొలోనియమ్ నుండి వికీర్ణమగు ఆల్ఫాకణములచే లిథియమ్, బెరిలియమ్, బోరాన్‌లను ఘట్టించి, అత్యధిక ప్రవేశసామర్థ్యము గల వికీర్ణమును బొతే, బెకర్ విజ్ఞానులు 1930 లో కనుగొనిరి. బెరిలియమ్‌నుండి ఉద్గతమగు ఈ నూతనవికీర్ణమునుగూర్చి పరిశోధనలు గావించి, సీసము వంటి భారతరధాతువులలోనికి అతిసులువుగా చొచ్చుకొనిపోవుసామర్థ్యము దానికి ఉన్నదనియును, పారఫిన్ మైనమువంటి ద్రవ్యములు దానిని సునాయాసముగా శోషించుననియును, జోలియోదంపతులు కనుగొనినారు. పారఫిన్‌మైనమునుండి అధికవేగయుతమైన ప్రోటాన్‌ను అది విడివడచేయుననికూడ వారు కనుగొనినారు. చాడ్విక్ విజ్ఞాని ఈపరిశోధనలను జాగ్రత్తగా అవగతమొనర్చుకొని పారఫిన్‌నుండి ప్రతినివృత్తి పొందిన ప్రోటాన్‌ల వేగమును, నైట్రోజన్‌పరమాణువులయొక్క ప్రతినివృత్తివేగమును కొలచినాడు. ఈ నూతనవికీర్ణములకు వాయువులను అయనీకరణమొనర్చుసామర్థ్యము లేదనికూడ ఆయన పరిశోధనల వలన వ్యక్తమైనది. అందుచేత, ఈ నూతనవికిరణములు విద్యుదావేశరహితములైన కణముల సమూహమని ఆయన తేల్చినాడు. ప్రతినివృత్తప్రోటాన్ యొక్కయు, నైట్రోజన్ యొక్కయు వేగముల కొలతల సహాయమున ఈ నూతన కణముల ద్రవ్యరాశి 1·15 యూనిట్‌లు ఉండునని ఆయన కనుగొనినాడు. ప్రాయోగిక స్థాలిత్యముల అవధిలోపల ఈ విలువ 'ఒకయూనిట్' కు సన్నిహితముగా ఉండును.

ఈరీతిగా న్యూట్రాన్‌లనుగూర్చిన రూథర్‌ఫర్డు జోస్యము రుజువైనది. న్యూట్రాన్ విద్యుదావేశ రహితమైన కణమనియును, దాని ద్రవ్యరాశి 'ఒకటి' అనియును ఈనాడు మనకు విశదము. న్యూట్రాన్ విద్యుదావేశరహితమైనదిగాన, అయస్కాంత క్షేత్రములుగాని, విద్యుత్ క్షేత్రములుగాని దాని గమనదిశలో విక్షేపమును కలిగించలేవు. అందుచేత, దాని ద్రవ్యరాశిని నిర్దేశించుటకై పరోక్షపద్ధతులను అవలంబింపవలసి ఉన్నది. డొయిట్రాన్ యొక్క ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ ఫలితమును గూర్చిన పరిశోధనలవలన న్యూట్రాన్‌యొక్క ద్రవ్యరాశి 1·00893 యూనిట్‌లు అని 1946 లో హ్యూస్ విజ్ఞాని నిర్ణయించినాడు.

బెరిలియమ్‌పొడి, రేడాన్ మిశ్రమమును న్యూట్రాన్‌ల ఉత్పత్తిస్థానముగా నేడు విరివిగా ఉపయోగించుచున్నారు. రేడాన్‌నుండి వికీర్ణమైన $\alpha$-కణములు బెరిలియమ్‌ను కార్బన్‌గా మార్చి సుమారు 10·9 మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తిగల న్యూట్రాన్‌కణమును విడుదలచేయును. ఈన్యూట్రాన్‌లకు వడిగలన్యూట్రాన్‌లని పేరు. న్యూట్రాన్

ఉత్పత్తిస్థానమును ఒక నాళము యొక్క అడుగుభాగమున ఉంచుదురు. నాళము యొక్క ముఖమునుండిగాక, మిగిలిన దిశలనుండి వచ్చు న్యూట్రాన్‌లను శోషించునట్లుగా ఆ నాళమునకు అన్నివైపులను పారఫిన్, కాడ్మియమ్‌లతో దళమైనపూతను పూయుదురు. వడిగల న్యూట్రాన్ కణ పుంజమును ఈ న్యూట్రాన్ హొవిట్జర్ ఇచ్చును. 10 మిలియను ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టుల శక్తిగల డోయిట్రాన్‌లచే లిథియమ్‌ను ఘట్టించుటమూలముగా ఇంకా ఎక్కువ వడిగల, అనగా, 25 మిలియను ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టులు శక్తిగల న్యూట్రాన్‌లను సృజించవచ్చును.

శోషణగుణకములను ఆధారముగా చేసికొని న్యూట్రాన్‌లను సాధారణముగా నాలుగుతెగలుగా వర్గీకరింతురు. మిక్కిలి తక్కువగా శోషితములగువాటికి 'C' న్యూట్రాన్ లని పేరు. అవి కాడ్మియమ్‌చే ఎక్కువగా శోషింపబడును. వీటికే 'థెర్మల్ న్యూట్రాన్' అని మరియొక పేరు ఉన్నది. ఆ తరువాత వర్గమునకు చెందిన అధికతర శక్తిమంతములైన న్యూట్రాన్‌లు రోడియమ్‌చే అధికముగా శోషితములగును. వీటికి 'D' వర్గపు న్యూట్రాన్‌లని పేరు. అంతకంటె ఎక్కువ శక్తిమంతములైన మిగిలిన రెండు వర్గముల న్యూట్రాన్‌లలో వెండిచే శోషింపబడువానికి 'A' వర్గపు న్యూట్రాన్‌లని, ఇరిడియమ్‌చే శోషింపబడువానికి 'B' వర్గపు న్యూట్రాన్‌లని పేరు.



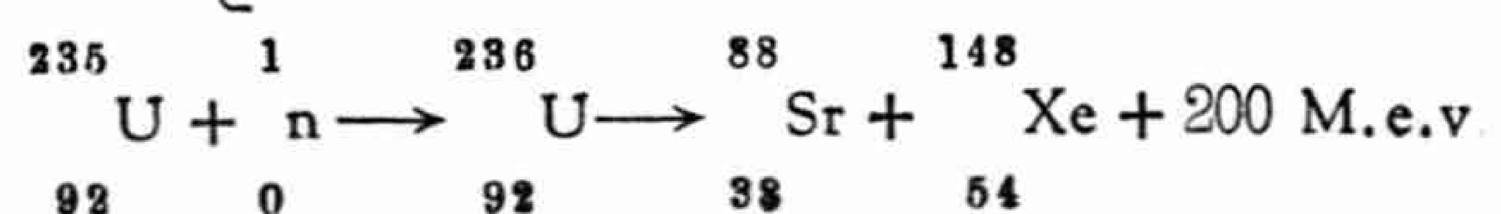

న్యూట్రాన్ ఫిరంగి
1. పారఫిన్ ; 2. కాడ్మియమ్ ; 3. రేడాన్ బిరిలియమ్‌పొడి ; 4. న్యూట్రాన్‌ల గమనదిశ.

న్యూట్రాన్‌లు విద్యుదావేశరహితములగుటచేత ద్రవ్యముగుండా అవి చొచ్చుకొనిపోవుచున్నప్పుడు కొన్ని విచిత్రసంఘటనలు సంభవించుచున్నవి. కేంద్రకమునకు చాలసన్నిహితముగా, అనగా $10^{-12}$ సెంటీమీటరుల దగ్గరకు వచ్చినపుడుమాత్రమే అది కేంద్రకబలమునకు గురికాగలదు. పరమాణు కేంద్రకముతో న్యూట్రాన్ యొక్క చర్య ఒకప్పుడు స్థితిస్థాపకఆఘాతము కావచ్చును. స్థితిస్థాపకఆఘాతములలో, లక్ష్యము యొక్క కేంద్రకము మిక్కిలిభారయుతమైనచో న్యూట్రాన్ సరాసరి వెనుకకు మళ్ళును. ఆ క్రియలో అది కోల్పోవుశక్తి చాలతక్కువ. అనగా, భారవంతమైన పరమాణువులగుండా వాస్తవముగా ఎట్టిమార్పును పొందకుండా అది ప్రయాణము సాగించగలదు. ఇక, తేలికపరమాణువులగుండా ప్రయాణము చేసినపుడు న్యూట్రాన్‌ల శక్తిలో అధికభాగము లక్ష్యముగానున్న కేంద్రకమునకు అందజేయబడును; అందుచే, న్యూట్రాన్ వేగము సన్నగిల్లును. 5 సెం.మీ.ల దళసరిగల జలముగుండా ప్రయాణముచేయుటలో వడిగల న్యూట్రాన్ పుంజము యొక్క తీక్ష్ణత సగమునకు తగ్గిపోవును. న్యూట్రాన్ విద్యుదావేశరహితమైన కణమే అయినప్పటికిని దానికి స్పిన్ వున్నది. అందుచే, దానికి అయస్కాంత భ్రమిష గలదు. తత్ఫలితముగా పారాహైడ్రోజన్‌కంటె, ఆర్థోహైడ్రోజన్‌చే అది పొందిన పరిక్షేపణము ఎక్కువగా ఉండును. 20°K తాపక్రమమువద్ద వాస్తవముగా అది 19 రెట్లు ఎక్కువ. ఇనుముచే థెర్మల్ న్యూట్రాన్‌లు పొందు పరిక్షేపణము ఇనుము యొక్క అయస్కాంతస్థితిచే కలిగినదని భావించవచ్చును.

ఆ స్థితిస్థాపకఆఘాతముల సందర్భములో లక్ష్యకేంద్రకముచే న్యూట్రాన్ బంధింపబడి, ఆ మూలద్రవ్యము మరియొక సమస్థానీయముగా ఏర్పడును. సాధారణముగా ఈ క్రొత్త సమస్థానీయము మిక్కిలి అస్థిరమైనది. అందుచే, అది $\gamma$-కిరణములనుగాని, ప్రోటాన్‌లనుగాని, $\alpha$-కిరణములనుగాని, చాల న్యూట్రాన్‌లనుగాని ప్రసరించును; లేదా, కేంద్రకవిదళనమును గావించవచ్చును. ప్రేరేపితమైన ఆ రేడియోధార్మికత్వము యొక్క లక్షణము పతనకిరణ పుంజము యొక్క శక్తిపై ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉండును.

ఈ రంగములో పరిశోధనలు సాగించుచున్నవారిలో ఇటలీవిజ్ఞాని ఫెర్మీ అగ్రగణ్యుడు. యురేనియమ్, థోరియమ్‌లతో గావించిన పరిశోధనలఫలితముగా 92 కంటె ఎక్కువ పరమాణుసంఖ్యలు గల మూలద్రవ్యములను ఆయన కనుగొనగలిగినాడు. వాటికి అతిక్రాంత యురేనియమ్‌ద్రవ్యములని పేరు.

యురేనియమ్ యొక్క తేలికసమస్థానీయము అయిన $U^{235}$ ను, ప్లుటోనియమ్‌నుకూడ న్యూట్రాన్‌లచే ఘట్టించినపుడు కేంద్రకవిదళనము జరుగవచ్చును. ఉదాహరణమునకు $U^{235}$ ఒక న్యూట్రాన్‌ను శోషించి ఆ తరువాత అమితమైన పరమాణుశక్తి విడుదలతో స్ట్రాన్షియమ్‌క్రిందను, జెనాన్‌క్రిందను విదళితమగును.



$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U \longrightarrow ^{88}_{38}Sr + ^{148}_{54}Xe + 200\ \text{M.e.v}$$

పైప్రక్రియాఫలితముగా ఏర్పడిన శెనాన్ సమస్థానీయము దాని ఆవేశముననుసరించి ఉండవలసిన బరువుకంటె చాల ఎక్కువ బరువుగా ఉండుటచే అది న్యూట్రాన్లను వికీర్ణించును. ఈ న్యూట్రాన్లచే మరికొన్ని విదళనములు జరుగునట్లు చేయవచ్చును. ఆరీతిగా అమేయమైన పరమాణుశక్తి విడివడునట్లుగా ఒకగొలుసుకట్టుప్రక్రియను ఏర్పరచవచ్చును. కేంద్రకవిదళనమును మొట్టమొదటిసారిగా 1939 లో ఓటో హాన్, స్ట్రాస్‌మన్ అను జర్మనువిజ్ఞానులు దృష్టాంత సహితముగా ప్రదర్శించిరి.

న్యూట్రాన్లు తరంగములవలెకూడ ప్రవర్తించును. అవి బ్రాగ్‌సూత్రానుగుణ్యముగా గ్రాఫైట్‌స్ఫటికములచే విచలించబడును. తళతళలాడు నున్నని తలములచే పరావర్తనము ఒనరింపబడును.

వైద్యములో న్యూట్రాన్లు మిక్కిలి ఉపయోగకరమైనవి. మానవశరీరములో అధికపరిమాణమునందున్న హైడ్రోజన్ న్యూట్రాన్లను శోషించుననియును, తత్ఫలితముగా సంభవించిన (ప్రతినివృత్తపరమాణువులు) శరీరములో తీక్ష్ణమైన అయనీకరణమును కలుగజేయుననియును, ఈ అయనీకరణముయొక్క ఫలితములు X - కిరణములు, γ - కిరణముల ఫలితములకు సదృశముగా ఉండుననియును శాస్త్రజ్ఞుల భావన. దానివలన న్యూట్రాన్లను ఎక్కువ మోతాదులో వాడినట్లయినచో ప్రమాదము సంభవించవచ్చును. తక్కువమోతాదులోనైనా వడివడిగా సేవించినప్పుడు సాముదాయకఫలితము సిద్ధించి ప్రాణాపాయమగును. కావున, న్యూట్రాన్లతో పనిచేయువారు న్యూట్రాన్‌స్థానములకు, తమకు మధ్య నీటిపీపాలను ఉంచి ఆత్మరక్షణ ఒనరించుకొనవలసిన అవసరమున్నది. జె. భీ.

**పంచఘటకవలయము :** చూ. వలయ హైడ్రో కార్బన్లు, లేదా పాలీ మెతిలీన్లు.

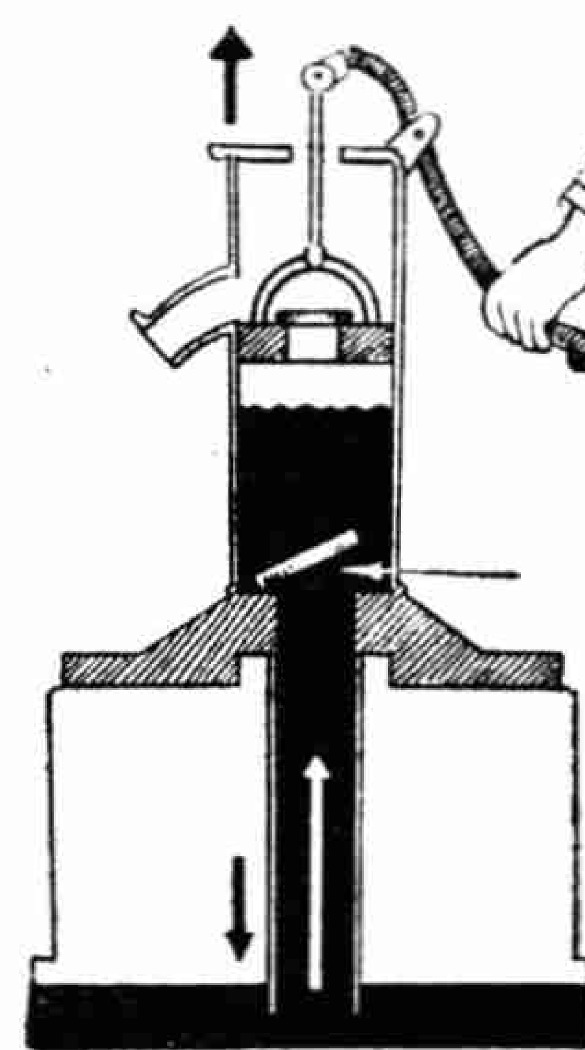
**పంచదారలు :** చూ. కార్బొహైడ్రేట్లు-పు. 282.

**పంపులు :** భూమ్యాకర్షణశక్తికి విరుద్ధదిశలో ప్రవాహిని ప్రవాహింపజేయుసాధనమునకు 'పంపు' అని పేరు. పంపులలో రెండురకములు ఉన్నవి: 1. రెసిప్రొకేటింగ్ పంపు: 2. సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు.

రెసిప్రొకేటింగ్ పంపు : రెసిప్రొకేటింగ్ పంపులో ముఖ్యముగా ఒకగొట్టమును, ఆగొట్టములో వెనుకకు, ముందుకు ఆడు కడ్డీయును ఉండును. ఈ కడ్డీకి 'ముసలకము' (పిస్టన్) అని సాంకేతికనామము. ముసలకము వెనుకకును, ముందుకును ఆడుటలో ప్రతిమారు కొంత ప్రవాహిని నెట్టును. వైద్యులు చెవిని కడుగుటకు వాడు పిచికారి ఈ తరగతికి చెందినదే.

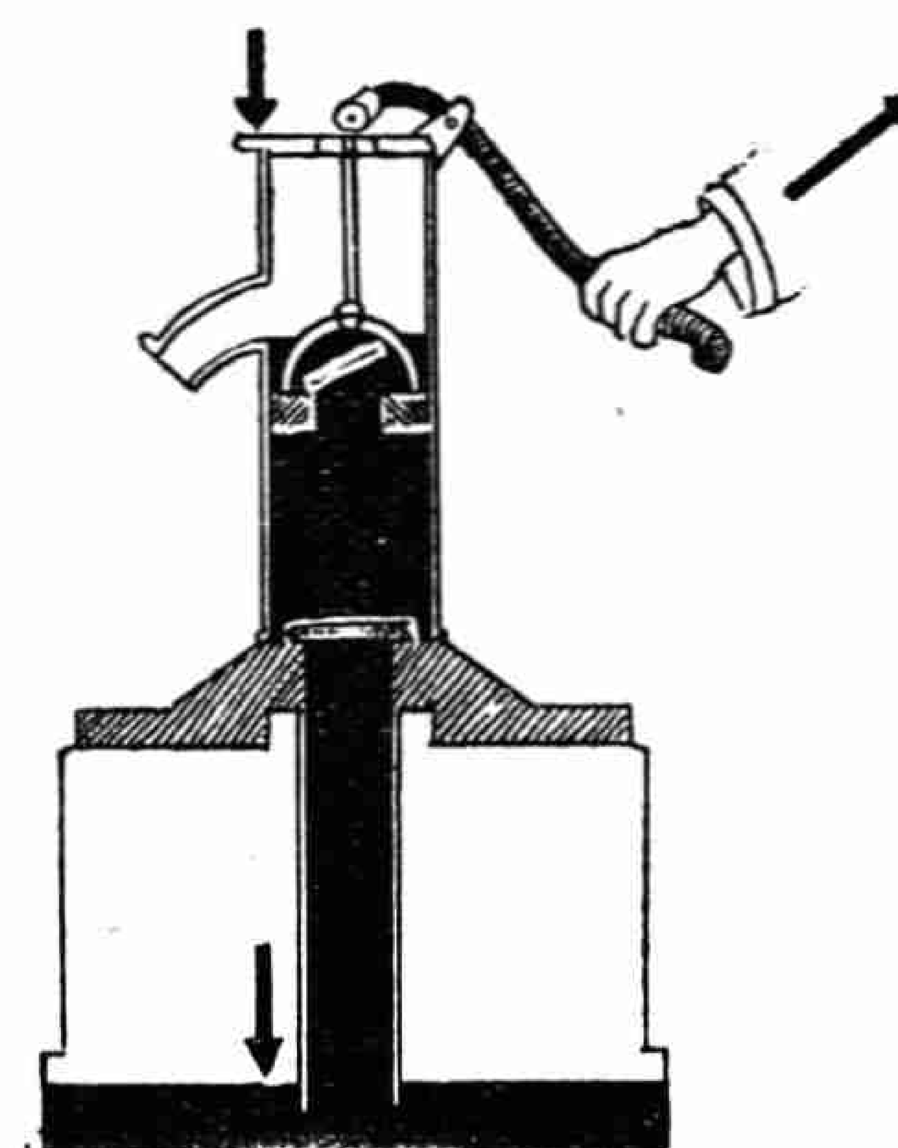
లిఫ్ట్‌పంపు : రెసిప్రొకేటింగ్ పంపులలో సరళనిర్మాణము గలది లిఫ్ట్‌పంపు. కిరసనాయిలునుతోడు పంపు (బొంబాయి) ఈతరగతికి చెందినదే. లిఫ్ట్‌పంపును ఎక్కువగా బావినుండి నీటిని తోడుటకు ఉపయోగింతురు. లిఫ్ట్‌పంపులలోకూడ ఒక గొట్టమును, ఆ గొట్టములో వెనుకకును, ముందుకును ఆడు ఒక ముసలకమును ఉండును. ముసలకములో ఒక కవాటమును, గొట్టములో ఒక కవాటమును అమర్తురు. ఈ కవాటములు ఊర్ధ్వముఖముగనే తెరుచుకొనునుగాని, అధోముఖముగా తెరుచుకొనవు.

పంపు పనిచేయు విధానము క్రింది a,b,c పటములను బట్టి విశదమగును. ముసలకమును పైకి లాగినపుడు ముసలకము నందున్న కవాటము మూసికొనును. కాబట్టి, గొట్టమునందు ఆ భాగములో కొంత శూన్యము ఏర్పడుటచే, గొట్టములోని కవాటమును నెట్టుకొని నూతిలోని నీరు పైకివచ్చును. ఇక ముసలకమును దిగువకు త్రోసినపుడు, గొట్టములోని కవాటము అధికమైన ఒత్తిడిచే మూసుకొనును గాని, ముసలకములోని కవాటము తెరచుకొని నీరు ముసలకము పైభాగమున ఉన్న గొట్టములోనికి వచ్చును.



(a) పంపుకాడను మొదటిసారి క్రిందికి నొక్కినపుడు

అటుపిమ్మట ముసలకమును తిరిగి పైకిలాగినపుడు ఆనీరు ఇంకను పైకివచ్చి గొట్టము పైభాగములోఉన్న పంపు గొట్టముద్వారా బయటకు పారును. ముసలకమునందున్న కవాటము గాలిని చొరనీయనిదిగా ఉండవలెను. అందులకై ఈ కవాటమును తడిగాఉంచి ఆ అంశమును సాధింతురు. కవాటమునుండి పోయినపుడు అది గాలికి నిరోధముగా ఉండలేదు గాన, పంపు పనిచేయదు.



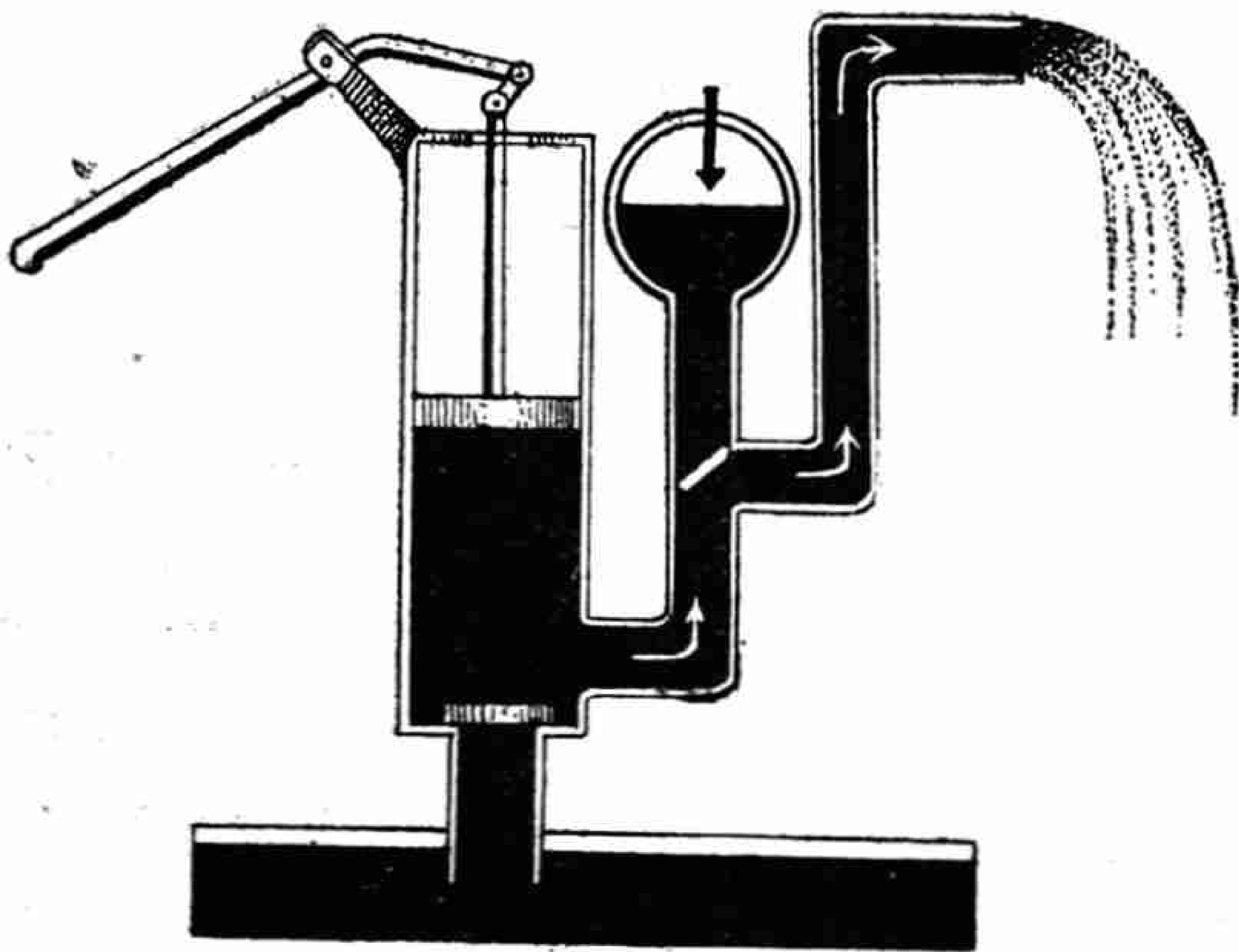
(b) పంపుకాడను పైకి లాగినపుడు

**ఫోర్స్‌పంపు :** నూతినీరు 27 అడుగులకంటె ఎక్కువ లోతుగ ఉన్నప్పుడు లిఫ్ట్‌పంపు పనికిరాదు. అప్పుడు ఫోర్స్ పంపును ఉపయోగించవలసి ఉన్నది. అగ్నిని ఆర్పు బండ్లలోను, లోతైన గనుల నుండి ఊట నీటిని పైకి తోడుటకును దీనిని ఉపయోగింతురు.

(c) పంపుకాడను రెండవసారి క్రిందికి నొక్కినపుడు

ఫోర్స్ పంపులో కూడా ఒక గొట్టమును, ఒక ముషలకమును ఉండును. ఎక్కువ సామర్థ్యముతో పనిచేయుటకై అందున్న కవాటములను ధాతువుతో చేయుదురు. క్రింది పటములో చూపినట్లు ముషలకమును మీదికి లాగినపుడు ప్రక్కకవాటము మూసికొని, క్రింది కవాటము తెరచుకొనుటచే గొట్టములోనికి నీరువచ్చును. ముషలకమును క్రిందికి నెట్టినపుడు క్రింది కవాటము మూసికొని ప్రక్కకవాటము తెరవబడి ప్రక్కగొట్టములోనికి నీరు నెట్టబడును.

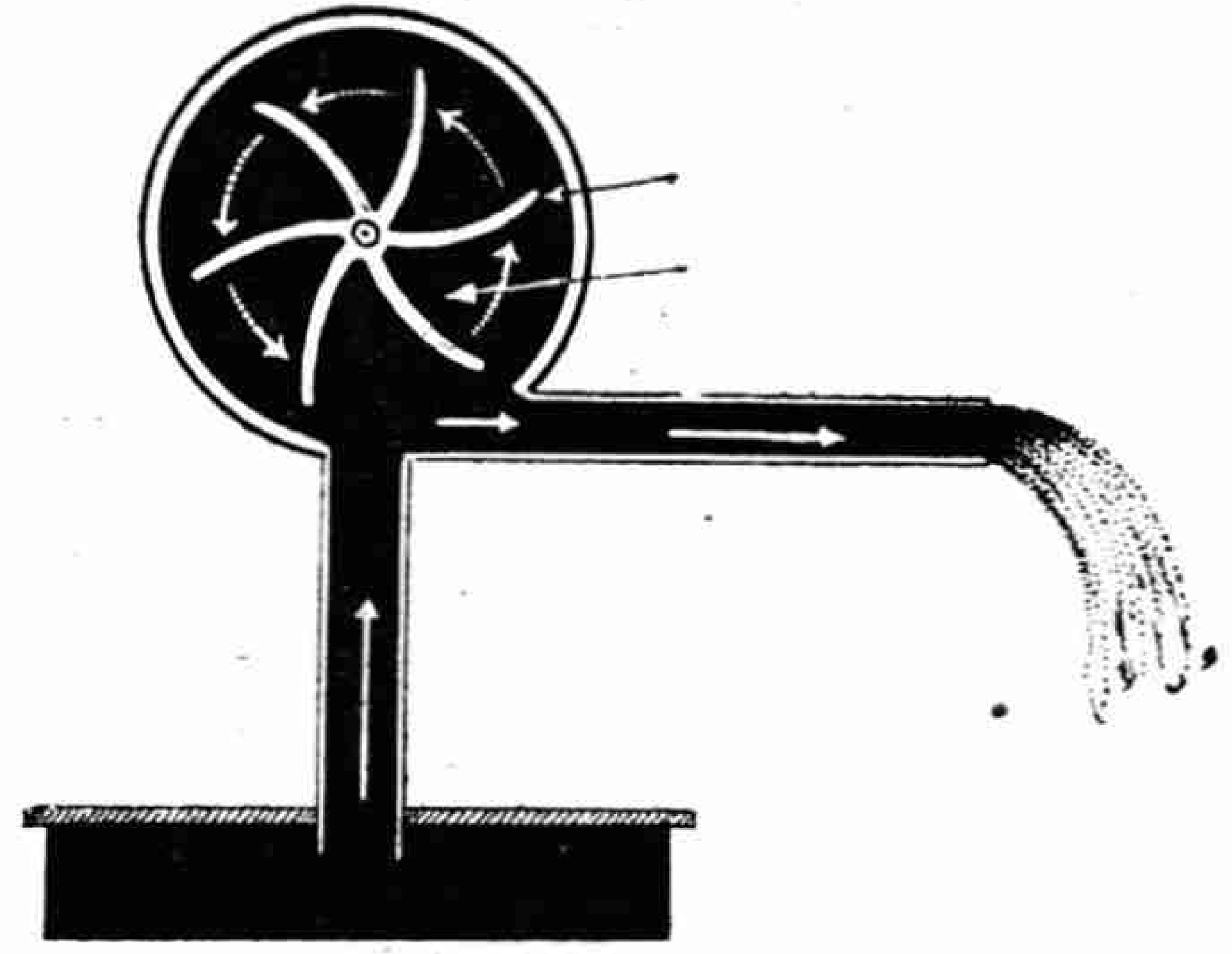
ఫోర్స్‌పంపును సాధారణముగా చేతితో కొట్టక యంత్ర శక్తి సహాయముననే నడుపుదురు. ఈ పరికరములో



ఫోర్సుపంపు

ప్రక్కకవాటమునకు తరువాత వాయుపేటికను ఒకదానిని అమర్తురు. దాని పైభాగములో కొంత గాలి బంధితమై ఉండును, నీరు ఏకధారగా వచ్చుటకు ఇది సహాయపడును.

**సెంట్రిఫ్యూగల్‌పంపు :** సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపుయొక్క ముఖ్యభాగములు క్రింది పటములో కననగును. ఇందు ముఖ్యమైన భాగము 'పంపుబుర్రలో' మధ్యగా అమర్చబడిన రేకుల చక్రము. ఈ బుర్రకు క్రిందినుంచి, జలాశయము నుండి నీరు పీల్చుకొనుటకు ఒక గొట్టము, ప్రక్కనుంచి కావలసినచోటుకు నీరు పోవుటకు ఒకగొట్టము తగిల్చి ఉండును. పంపు బుర్రలో రేకులు అతివేగముగా తిరుగునపుడు మొట్టమొదట అందుండుగాలి, రేకులవలన పైగొట్టముద్వారా బయటకు నెట్టబడును, ఇట్లు పంపు బుర్రలోకొంత శూన్యము ఏర్పడుటచేత జలాశయములోని నీరు బుర్రలోనికి పీల్చబడును. ఇట్లు పంపు పనిచేసినకొలది, బుర్రలోని గాలి అంతయు పైకివెడలి, దాని స్థానమును నీరు తీసికొనును. ఇట్టిస్థితిలో రేకులు నీటిలోనే గిర్రున తిరుగుచుండును. బాణపుచిహ్నాలు చూపునట్లు రేకులు తిరుగునెడల, బుర్ర మధ్యనుండి నీరు ప్రక్క గొట్టము ద్వారా పైకినెట్టబడును. ఇందువలన బుర్రమధ్యను కొంత శూన్యము ఏర్పడును. ఈ శూన్యమును నింపుటకు జలాశయమునుండి బుర్ర మధ్యకు నీరు పీల్చబడును. ఇట్లే పంపు పనిచేయునంతకాలమును క్రిందినుండి నీరు పైకి, ప్రక్క గొట్టములోనుండి పారును. ఈ పంపువలన నీటి ప్రవాహము ఎడతెగకుండ పైకిపారును కాని, లిఫ్ట్ పంపు అంత ఎత్తునకు నీటిని ఎత్తలేదు. ఈ పంపులు గనులలోను, నగర జలసంస్థలలోను, మురికినీటిని పైకి పంపుటకును, పొలములకు నీరు అందచేయుటకును విరివిగా ఉపయోగపడుచున్నవి. గాలిపంపులు రెండురకములు : 1. వాయుపూరకములు, 2. వాయురేచకములు. వాయుపూరక పంపు ఎక్కువగా లిఫ్ట్‌పంపును పోలిఉండును. కాని, లిఫ్ట్ పంపులలోవలె గాక, దాని ముషలకపు కవాటము పైకి లాగినపుడు తెరచుకొని, దిగువకు త్రోసినపుడు మూసికొనును. దీనికి ఉదాహరణము : బైసికిలు పంపు. వాయురేచక యంత్రము ఎక్కువగా ఫోర్స్ పంపువలె ఉండును. దాని వాల్వులుకూడ బలిష్ఠముగను, గాలిని

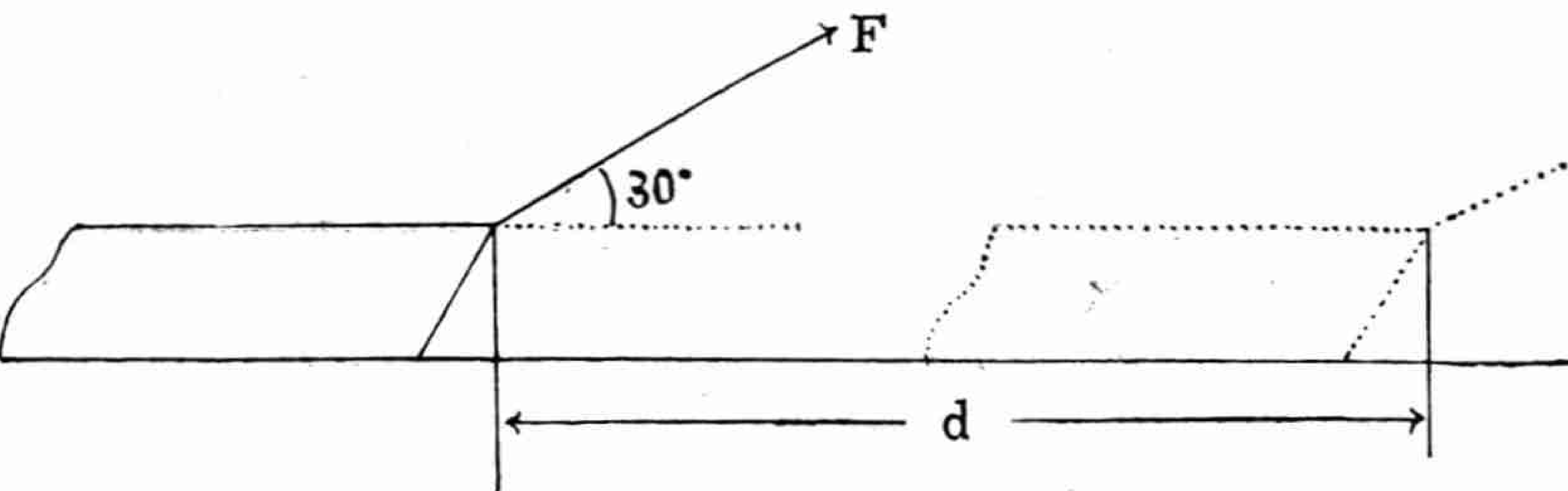


సెంట్రిఫ్యూగల్ పంపు

చొరనీయనివిగను ఉండును. (పాదరస నిర్వాతపు పంపు లను గూర్చి 'శూన్యము' లో చూడుడు). వి. పా. ప్ర.

**పటికలు :** చూ. అల్యూమినియము - పు. 150.

**పని (కర్మ) :** పని అన ఏమియో సామాన్యముగా తెలిసినవిషయమే. కాయక్లేశముతో కూడుకున్నది 'పని' అని మన అనుభవము చెప్పును. పనిచేయుటకు కర్త ఉండ వలయును. ఈ కర్త మనుష్యుడు, గుర్రములువలె చైత న్యముగల వస్తువు కావచ్చును; లేదా, గాలి, నీటి ప్రవా హములవలె అచేతన వస్తువైన కావచ్చును. ఇంకొక విష యము : కర్మ ఎప్పుడును ద్రవ్యమునే ఆశ్రయించి ఉండును. ద్రవ్యములేనిచోట కర్మకు ప్రసక్తిలేదు. అనేక విధములగు కర్మలు మన నిత్యానుభవములో ఉన్నవి. త్రోయుట, లాగుట, ఎగురవేయుట, విసరుట, త్రొక్కుట, నొక్కుట, సాగదీయుట, త్రిప్పుట, వంచుట మొదలగునవి. ఇవన్నియు కాయక్లేశముతో కూడుకున్న కర్మలే. భౌతిక శాస్త్రదృష్టిలో కాయక్లేశము ఉన్నంతమాత్రమున ఆ సంరంభము 'పని' లేదా 'కర్మ' అనిపించుకొనదు. ఏ వస్తు వును గురించి పని జరుగుచున్నదో ఆ వస్తువు స్థాన మందు మార్పు కనబడిననే కాని ఆ కార్యమును 'పని' అనము. నెత్తి మీద బరువు మోయుచు ఒకేస్థానమున నిలబడినవానికి శరీరాయాసము కలుగుచున్నను బరువును మోయుకార్యము 'పని' కానేరదు. ఆ బరువునే క్రిందనుండి వాడు చేతులతో ఎత్తి నెత్తిమీద పెట్టుకొనినప్పుడు వాడు 'పని' చేసెను అని అందుము. బండరాయికి భుజమును ఆనించి యావ చ్ఛక్తిని ఉపయోగించి ఒకడు శ్రమించినను, వాని శ్రమ వాని శరీరమందు జనించు ముచ్చెమటలో మనకు చక్షుర్గో చరమైనను, రాయి ఏమాత్రమును కదలనప్పుడు పని లేశమైనను జరుగలేదన్నమాట.




చిత్రము : పని = f d Cos 30°

అందువలన పని ఎప్పుడును వస్తువు స్థానచ్యుతిని పొంది నప్పుడే జరుగుచుండును. స్థానచ్యుతి వస్తువుపై ఏదేని బల ప్రయోగముయొక్క ఫలము. బలప్రయోగము లేనిచే వస్తువు స్థానమందు మార్పు కలుగదు. వస్తువు స్థాన మందలి చ్యుతిని ఆ చ్యుతికి కారణమగు బలరాశిచే గుణిం చిన వచ్చులబ్ధము ఆ బలముచేసైన పనికి మానము. (f) అను బలము దానిప్రయోగదిశలో వస్తువును గురించి 'd' అను స్థానచ్యుతిని తెచ్చిపెట్టిన జరిగిన పని : W = f × d [పని(W) = బలము (f) × స్థానచ్యుతి(d)]. ఈసమీకరణము నందు అంతర్లీనమైన భౌతికశాస్త్రభావములు, న్యూటన్ మూడు గతినియమములట్లు భౌతికశాస్త్రాంతర్భాగమైన యాంత్రిక శాస్త్రమునకెల్ల ప్రధానబీజములు. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ఫుట్ – పౌను అనునది సామాన్యముగా పనికి యూనిట్. అడుగు - పౌను అనగా 1 పౌనుబలము, 1 అడుగుదూరమువరకు ప్రవర్తించుటలో వ్యక్తమైనది. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒక డైన్ బలము ఒక సెంటీమీటర్ దూరములో ప్రవర్తించినప్పుడు వ్యక్తమైనపనిని ఒక 'అర్గ్' అందుము. అర్గ్ చాల చిన్నయూనిట్ అగుటచే $10^7$ అర్గ్‌లు = 1 జౌల్‌ను యూనిట్‌గా తీసికొనుట సంప్ర దాయము.

ఉదా : చదును నేలపై 50 పౌనుల సంఘర్షణ బల మునకు ఎదురుగా 15 అడుగుల దూరము ఒకపెట్టెను జరి పించితిమి. జరిగిన పని ఎంత ? పని = w ; బలము = f ; దూరము = d ఐన పని (W) = f × d = (50 పౌ × 15 అ) = 750 ఫుట్ - పౌనులు.

చదునుపై 50 అడుగుల దూరము ఒకబల్లను లాగు టలో చదునుకు 30° కోణమును చేయుచున్న ఒక త్రాడు ద్వారా సంక్రమించిన 60 పౌనుల బలము చేసినపని ఎంత ? బలప్రయోగదిశలో బల్ల కదలలేదు. అందువల్ల బల్ల కద లిన దిశలో ప్రయుక్త బలముయొక్క ఘటకమును బల సమాంతర చతుర్భుజ నియమమును అనుసరించి మొదట కనుగొనవలెను. అట్లు కనుగొనిన ఘటకమూల్యము f Cos 30° అగును. అనగా, ఇచ్చట వస్తువు కదలినదిశలో బలఘటకము f Cos 30°, స్థానచ్యుతి 50 అడుగులు. అందువలన :

పని = బలము × స్థానచ్యుతి

= f Cos 30° × 50 (Cos 30° = 0.866).

= 60 పౌ × 0.866 × 50 అ = 2600 అ. పౌనులు. ఒక వస్తువునకు పనిచేయు సామర్థ్యమున్నచో, దానికి శక్తి

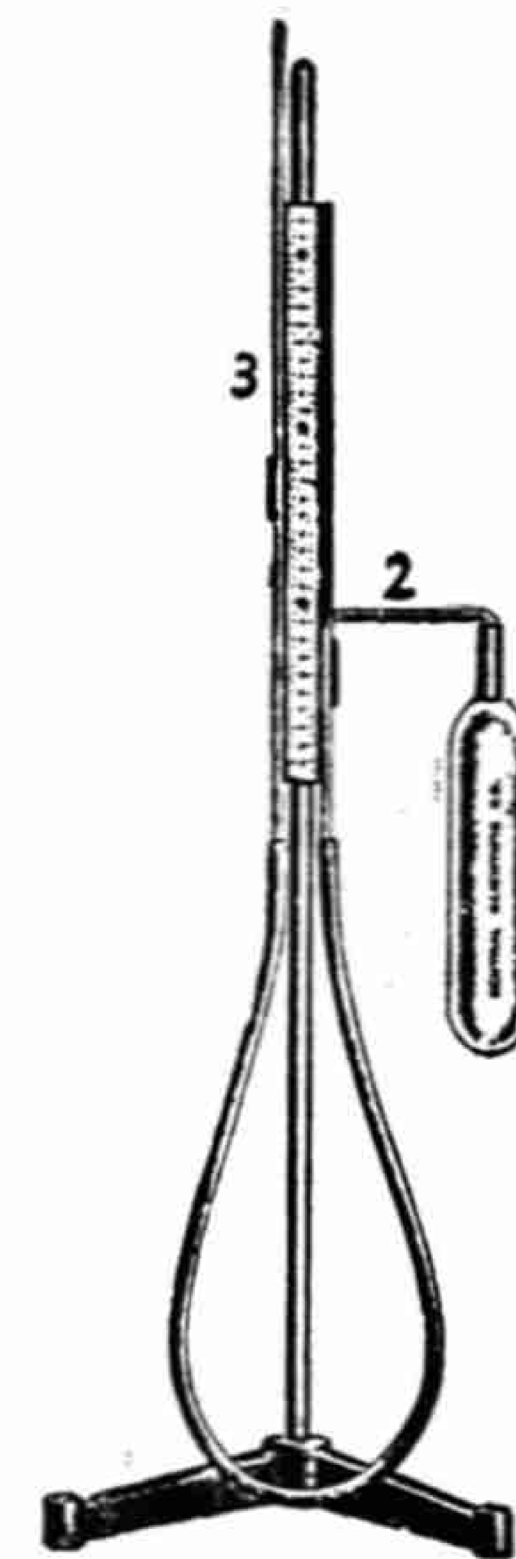
ఉన్నది అందుము. పనిక్రింద మార్చినపుడే శక్తిని కొలచుటకు వీలగును. అందువలన పనిని, శక్తినికూడ ఒకే మానములో అనగా, అర్గ్లలోగాని, ఫుట్-పౌనులలోగాని తెలియపరతురు. భౌతికశాస్త్ర పరిభాషలో, పని, శక్తి ఈ రెండును సమాన పరిమాణముగల రాశులే. మే. వ. న.

**పరమతాపక్రమమానము :** దీనిని అబ్సల్యూట్ టెంపరేచర్ స్కేల్ అనియు కెల్విన్‌మానము అనియు అందురు. ఏదేని వస్తువును కొల్చుట అనగా, దానిని సమభాగములుగాచేసి ఆ భాగములు ఎన్నిఉన్నవో లెక్కించుట, అనగా, ఇన్ని అడుగులని కాని, లేదా ఇన్ని శేరులు అని గాని, లేదా ఇన్ని నిమిషములు అనిగాని, నిర్దేశించుట. కాని, వస్తువును భాగించునట్లు తాపక్రమమును భాగించలేము. ఈ అర్థములో తాపక్రమము కొలతకు వీలుపడదు. కాని, తాపక్రమము హెచ్చుచేయుట వలన కలుగు, కొలుచుటకు వీలయిన ఫలమును దేనినైన కొలిచి నిజముగా మనము తాపక్రమమును కొలుతుము. కొలుచుటకు చాల వీలయిన తాపక్రమఫలము వస్తువుల వ్యాకోచము. కాని, సాధారణముగా తాపక్రమము అధికమగుకొలది తాపక్రమానుగుణమును సక్రమమును అయిన వ్యాకోచమును వస్తువులు కనపర్చవు. కాని, గేలుసాక్ నియమ ప్రకారము వాయువులు అన్నియు ఏకరూపముగా వ్యాకోచించును. అందువలన వాయువుల వ్యాకోచమును గాని, లేదా వాటి ఆయతనమును స్థిరముగానుంచి వాటి ప్రేషమునందలి వృద్ధినిగాని, కొలిచి తాపక్రమమును నిశితముగా కొలువవచ్చును. గేలుసాక్‌నియమ ప్రకారమును స్థిరాయతనములో నున్న ఒక వాయు ద్రవ్యరాశి ప్రేషము మొదటి ప్రేషమునకు రెండింతలైనపుడు, దాని తాపక్రమముకూడ మొదటి తాపక్రమమునకు రెండింత లగును. మొదటిప్రేషము P, మొదటి తాపక్రమము **T**, రెండవప్రేషము $P_1$, రెండవతాపక్రమము $T_1$ అయిన

$$\frac{P_1}{P} = \frac{T_1}{T} \quad \text{..............(1)}$$

పై 1 వ సమీకరణమును ఉపయోగించి రెండు తాపక్రమముల నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'వాయుతాపక్రమమాపకము' అని పేరు. గాజుతోగాని, పింగాణీతోగాని, చేయబడిన గోళమందు బంధించబడిన తేమలేని వాయువు యొక్క ప్రేషమును ఆ గోళమునకు అతికించబడిన గొట్టము ద్వారా సంధించబడిన ప్రేషమాపకముచే ప్రాయోగికముగా కనుగొనవచ్చును.

నిజముగా గోళముయొక్క ఆయతనముకూడ తాపక్రమముతోబాటు వృద్ధి అగును. అదిగాక, సంధాననాళమందున్న గాలి, గోళమందున్న గాలితో సమముగా వేడెక్కదు. కాని, గోళము యొక్క వ్యాకోచము గణనలోనికి తీసికొనవలసినంత ఎక్కువగా లేదనియును, సంధాన నాళము యొక్క ఆయతనము అతిస్వల్పము అనియును అనుకొనినచో లెక్క సులభముగా సాగును. రెండు తాపక్రమముల యొక్క నిష్పత్తిని కొలుచుటకు మొదట తాపక్రమము **T** వద్ద గోళమునుంచి దానిలోని వాయువు యొక్క ప్రేషము P ని కొలువవలెను. తరువాత తాపక్రమము $T_1$ వద్ద గోళమును ఉంచి వాయువు యొక్క ప్రేషము $P_1$ ని కొలువవలెను. అప్పుడు 1 వ సమీకరణాను సారము $\frac{T_1}{T} = \frac{P_1}{P}$




వాయుతాపక్రమ మాపకము

1. గాజునాళము
2. వంపునాళము
3. అంకితమైన స్కేలుగల పాదరసనాళము

**వాయుతాపక్రమ మాపకమును వాడుట :** తాపక్రమమాపక గోళమును ఒకసారి మరుగుచున్న నీటిమీద ఆవిరి (తాపక్రమము S) లో పెట్టియు, మరొకతూరి కరుగుచున్న మంచు (తాపక్రమము I)లో పెట్టియు, వాయువుయొక్క ప్రేషమును కొలిచి 1 వ సమీకరణమును ఉపయోగించిన :

$$\frac{S}{I} = \frac{P_1}{P} \text{ అని సిద్ధించును.}$$

అనేకసారులు ప్రాయోగికముగా నిర్ణీతమైన $\frac{P_1}{P}$ నిష్పత్తి 1.367 అని తెలిసినది :

$$\therefore \frac{S}{I} = \frac{P_1}{P} = 1.367 \quad \text{..........................(2)}$$

వాయు తాపక్రమమాపక ఉపయోగమువలన రెండు తాపక్రమముల నిష్పత్తియే సిద్ధించునుగాని, వాటిని వేర్వేరుగా స్వతంత్రముగా నిర్ణయించుటకు వీలులేదు. అందువలన ఏతాపక్రమమునైనను స్వతంత్రముగా నిర్ణయించవలెనినచో ఏదేనిప్రమాణతాపక్రమమును స్థాపించవలసి ఉన్నది. దీనికిబదులుగా నీరుమరుగు తాపక్రమమునకు,

మంచుకరుగుతాపక్రమమునకు మధ్యగల (S – I) అను వ్యవధి 100 సమభాగములుగ విభజించబడినది. అందువలన సమాఖ్యప్రకారము :

$$S - I = 100° \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

2, 3 సమీకరణముల సాధించుటచే I = 273, S = 373 అను మరిరెండు సమీకరణములను పొందవచ్చును. ఇట్లు I, S ల యొక్క మూల్యములను వేరువేరుగా నిర్ణయించిన తరువాత, పరీక్ష్యతాపక్రమము S తోగాని, I తో గాని, ఇచ్చు నిష్పత్తిని అనగా $\frac{T}{S}$ లేదా $\frac{T}{I}$ ని వాయుతాపక్రమమాపకము ద్వారా నిర్ణయించవచ్చును. S, I ల మూల్యములు ఇదివరకే నిర్ధారితములైనవి కాబట్టి, T ని నిశితముగా నిర్ణయించవచ్చును.

ఈపైని చూపినరీతిని సాధితమైన తాపక్రమమునకు పరమతాపక్రమము అనియు, లేదా, కెల్విన్ తాపక్రమము అనియు పేరు. హిమబిందువునుంచి లెక్కించు తాపక్రమమును సెంటిగ్రేడ్ తాపక్రమమునకు 273 చేర్చిన పరమతాపక్రమము సిద్ధించును. ఈ పరమమానములో మంచుకరుగు తాపక్రమము 273°K, నీరుమరుగు తాపక్రమము 373° K.

మే. వ. న.

**పరమశూన్యము :** చూ. తాపక్రమమాపనము. పు. 372.

**పరమాణుబాంబు :** చూ. ఆటంబాంబు - పు. 167.

**పరమాణుభారభావము :** డాల్టన్ పరమాణుసిద్ధాంతప్రకారము ఒకమూలద్రవ్యపరమాణువు యొక్క విశిష్టలక్షణము దానిభారము. సాక్షాత్తుగా పరమాణువుల భారములను నిర్ణయించుట సాధ్యము కాకపోవుటచే డాల్టన్ పరమాణువుల తారతమ్యభారములను నిర్ణయించుటకు ఎట్లు ప్రయత్నించెనో, ఆప్రయత్నమునందు ఎంత మట్టుకు అతడు కృతకృత్యుడయ్యెనో సమీక్షలో తెలిపి ఉంటిమి (చూ. పు. 89). యౌగికమందు రాసాయనికముగా సంయోగించి ఉన్న వేరువేరు పరమాణువుల సంఖ్యలను తెలిసికొనుటకు మార్గములు ఎవ్వియును మొదట లేకపోవుటచే, పరమాణువుల యథార్థతారతమ్యభారములను నిర్ణయించుటకూడ సాధ్యమైనది కాదు.

ఒకమూలద్రవ్యము ఆక్సిజన్‌తోగాని, క్లోరిన్‌తోగాని బహునిష్పత్తులలో సంయోగించినపుడు ఆమూలద్రవ్యమునకు ఒకటికన్న ఎక్కువ తుల్యభారములు సిద్ధించును. ఉదాహరణమునకు ఫెరస్‌క్లోరైడ్‌లో ఇనుముయొక్క తుల్యభారము 27.9 గ్రాములు; ఫెరిక్‌క్లోరైడ్‌లో దాని తుల్యభారము 18.6 గ్రాములు. అందువలన తుల్యభారము మూలద్రవ్యమునకు విశిష్టలక్షణముగా తీసికొనుటకు తగినది కాదు. కాని నేటికిని తుల్యభారభావముయొక్క రాసాయనిక శాస్త్రీయసార్థకత ముఖ్యముగా విశ్లేషణశాస్త్రమందు నిలచియేయున్నది.

పరమాణుభారములను సంశయరహితముగా నిర్ణయించుటకు యౌగికాణువులోనున్న వేరువేరుపరమాణువులసంఖ్య ఆవశ్యకమని చెప్పి ఉంటిమి. ఆ సంఖ్యను నిర్ణయించుటలో గేలుసాక్ ఆయతనసంయోగనియమము కొంత ఉపయోగించినదని చూపి ఉంటిమి. బర్జీలియస్ దానిని ఉపయోగించి నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్‌వంటి కొన్ని పరమాణుభారములను నిర్ణయించగలిగెను. ఇదిగాక తక్కినపరమాణుభారములను నిర్ణయించుటలో బర్జీలియస్ మరిరెండు నూతనముగా స్థాపించబడిన నియమములను ఉపయోగించెను. అందు మొదటిది డ్యూలాంగ్ - పెటీ నియమము ; రెండవది మిచర్లిక్ నియమము. ఈ నియమములను అనుసరించి మూలద్రవ్య పరమాణుభారములను ఎట్లు నిర్ణయించుటకు వీలగునో సమీక్షలో చూపియుంటిమి (చూ. పు. 96). రెండు విధానములకును తుల్యభారముయొక్క పూర్వనిర్ణయము ఆవశ్యకమని చూపి ఉంటిమి. బర్జీలియస్ వాడుకచేసిన గేలుసాక్‌నియమముకన్న ఈ నియమమును డాల్టన్ యొక్క పరమాణువాదముతో సంవదింపచేసిన (చూ. పు. 91, 92) అవాగాడ్రో యొక్క కల్పన పరమాణుభారములను సంశయరహితముగా నిర్ణయించుటకు హెచ్చు తోడ్పడినది. ఈ తోడ్పాటుకు మూలము అవాగాడ్రో రాసాయనికశాస్త్రమందు చొప్పించిన అణుభావము. (చూ. అణుభావము అణుభారభావము - పు. 132).

అంతవరకుతెలియని పరమాణుభావముయొక్క సార్థకతను 1868 లో మెండేలేయఫ్ అను రష్యాదేశపు రాసాయనికుడు ప్రతిపాదించెను (చూ. పు. 95).

సంయోగభారభావము - దానిసార్థకత : ప్రమాణద్రవ్యముతో కాక తమలోతాము సంయోగించునపుడు మూలద్రవ్యములు ఏభారములతో సంయోగించునో వాటికి 'సంయోగభారములు' అని పేరు. తుల్యభారము ప్రమాణద్రవ్యముతో ప్రతిమూలద్రవ్యమునకుగల భారసంబంధమును తెలియచేయును. సంయోగభారము మూలద్రవ్యముల పరస్పర భారసంబంధములను తెలియచేయును.

రాసాయనికభారనియమములలోకెల్ల సంయోగభార నియమము చాలవ్యాపకమైనది. ఏలన స్థిరనిష్పత్తి నియమము (చూ. సమీక్ష - పు. 86) ఒకమారు ఒకే యౌగికమునకు వర్తించును. గుణిజనిష్పత్తి నియమము (చూ. పు. 86)

ఒకమారు సాధారణముగా రెండు మూడు, లేదా నాలు గైదు యౌగికములకు వర్తించును. సంయోగభారనియమము యౌగికసర్వస్వమునకంతకు వర్తించును. సంయోగ భారనియమమునుపట్టి ప్రతి మూలద్రవ్యమునకును ఒక భారమును ఆరోపించవచ్చును. ఈభారముతోగాని, లేదా దానిగుణిజముతోగాని అట్టిమూలద్రవ్యము మరియొక మూలద్రవ్యసంయోగ భారముతోగాని, లేదా దాని గుణిజముతోగాని సంయోగించును. తుల్యభారములు వేటికవి ప్రత్యేక సంఖ్యలు. సంయోగభారనియమము ఈ సంఖ్యలన్నిటికిని సామాన్యప్రాయోగిక సంబంధమును కల్పించి, మూలద్రవ్యముల సంయోగభారములందు ఒక క్రమమును, పరిపాటిని ఏర్పరచినది. ఈ సంయోగభార భావమందే పరమాణుభారభావము అంతర్లీనమైఉన్నది. అందువలననే సంయోగభారభావము మిక్కిలి వ్యాపకము గలదైనది. మే. వ. స.

**పరమాణుభారము-నవీనభౌతికశాస్త్రము:** ఏద్రవ్యములు సంయుక్తములో, ఏవి అసంయుక్తములో తెలిసికొనుటకు, అమితముగా వృద్ధిపొందిన రాసాయనికవిశ్లేషణపద్ధతులు, పరమాణువునుగురించి భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు కావించిన అన్వేషణలు, మొదట కేవలము ఊహాకల్పితమైన పరమాణువుయొక్క వాస్తవికతను క్రమేణ ప్రతిష్ఠించినవి.

పరమాణువులు కంటికి అగపడనంత సూక్ష్మపరిమాణములు కలవి. ఇవి సున్నితమైన సూక్ష్మదర్శనిలోకూడ అగపడవు. ఇంద్రియములద్వారా గ్రహించు ద్రవ్యప్రక్రియలన్నియును పరమాణుసమూహముల ప్రవర్తనవలన సంభవించునవియే. కాని కొన్నిపరిస్థితులలో ప్రత్యేకపరమాణువుల ప్రవర్తనను గుర్తించుటకు వీలగును. ప్రత్యేక పరమాణు కార్యమును ప్రత్యక్షముగా చూడగలిగినచో పరమాణువుయొక్క వాస్తవికత రూఢమగును. ఇట్టి ప్రత్యేక పరమాణుప్రవర్తనలను చూపునది 'స్పింతరిస్కోప్' అను చిన్నపరికరము. ఇది క్రుక్స్‌విజ్ఞానిచే నిర్మింపబడినది. ఇది ఒక చివరను ద్వికుంభకటకముగల చిన్నగొట్టము. ఆ కటకమునకు ఎదురుగ జింకుసల్ఫైడ్ స్ఫటికచూర్ణముతో పూయుబడిన తెర ఉండును. ఈ తెరకు




స్పింతరిస్కోప్.
L ద్వికుంభకటకము.
R రేడియోధార్మిక ద్రవ్యలేశము.
S జింకుసల్ఫైడ్ పూసినతెర.

కొంత దూరమున కొంచెము రేడియమ్‌ద్రవ్యము పూయబడిన ముల్లు ఒకటి అమర్చిఉండును. చీకటిలో కటకముగుండా గొట్టపు వెనుక చివరనున్న తలముపై దృష్టిని నిగుడించిన ఒక అద్భుతదృశ్యము అగుపించును. తలముపై అప్పుడప్పుడు స్ఫులింగములు లేచునట్లు కనపడును. ఈ స్ఫులింగములు ఒక్కొక్కటియును రేడియమ్ పూతనుండి బయలుదేరిన ఆల్ఫాకణములు (చూ. పు. 199) ఒక్కొక్కటి జింకుసల్ఫైడ్ స్ఫటికములను బలముగా తాకి వాటిని బద్దలగొట్టుటలో కనిపించును. తలమునకు బదులుగా ఒకపాత్ర నుంచినచో అందు హీలియమ్ పరమాణువులు ప్రోగైనట్లు ప్రయోగమువలన తెలిసికొనవచ్చును. అందువలన ఒక్కొక్క స్ఫులింగమును కలుగజేసినది ఒక్కొక్క హీలియమ్‌పరమాణువై ఉండవలెను. ఇచ్చట ప్రత్యేక హీలియమ్ పరమాణువుల కార్యములు ప్రయోగమందు గుర్తించబడుటచే, పరమాణువు యొక్క వాస్తవికత రుజువైనది.

భౌతికశాస్త్రమందు నూతనముగా వెలసిన పరిశోధనల మూలమున డాల్టన్ యొక్క పరమాణుభారము కొన్ని మార్పులను చెందవలసివచ్చినది. అందులో మొదటిమార్పు పరమాణువు అవిభాజ్యముకాదు అన్నవిషయము. ఈ విషయము పరమాణురచన అన్వేషణలో బయలుపడినది. రెండవది వేర్వేరు మూలద్రవ్యపరమాణువులు ఒకటి మరియొకదానిగా మార్చవీలులేదు అన్న అభిప్రాయమును మార్చవలసివచ్చినది. ఈమార్పు రేడియోధార్మికతా ద్రవ్యపరివర్తనీయతా సంఘటనలవలన అవసరమైనది [చూ. రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ)]. మూడవమార్పు, 'ఒక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువులన్నియు సమానభౌతికధర్మములు, ముఖ్యముగా సమాన భారములు కలవి' అను డాల్టన్ అభిప్రాయము సమస్థానీయసంఘటనచే తారుమారైనది (చూ. సమస్థానీయములు).

ఇక డాల్టన్ పరమాణువాదములో మిగిలిఉన్నది పరమాణువులే రాసాయనికసంయోగమందు పాల్గొనును అను విషయము ఒక్కటియే. మే. వ. స.

**పరమాణుభావము :** ప్రయోగముజోలి లేకయే మూలద్రవ్యభావము, దానికి అనుబంధమగు సంయుక్తద్రవ్యభావము రాసాయనికశాస్త్రక్షేత్రమున ఎట్లు ప్రవేశించినవో, పరమాణుభావముకూడ అట్లే ప్రవేశించినది. ప్రాచీననాగరికతలయందు ద్రవ్యస్వభావమును పరిశీలించిన తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులు ఎట్లు తమఊహను, విమర్శలను ఆధారముగాగొని పరమాణుభావమును కల్పించిరో రాసాయనిక శాస్త్రసమీక్ష(చూ.పు.55)లో చూపబడినది. అచ్చట ద్రవ్యమును అనవరతముగా విభజించవచ్చునని అనుకొనినపుడు తారసిల్లిన అనవస్థాదోషమును నివారించుటకై

అంతిమ అవిభాజ్యపరమాణుభావము ఆవశ్యకమైనది అని చెప్పిఉంటిమి. ఇట్లు తర్కచోదితమైన ఊహ ఆధారముగా గొని క్రీ. పూ. 600 ఏండ్లక్రిందట గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రజ్ఞులు కల్పించిన పరమాణుభావము జ్ఞానపునరుద్ధరణ ప్రారంభమున యూరప్ శాస్త్రజ్ఞుల ఆమోదమును పడసినది. వీరినుండి బోయిల్ ఈ భావముయొక్క మహత్త్వమును గ్రహించి 'ఆకృతుల, గుణముల ప్రాదుర్భావము' అను తన గ్రంథములో ఆనాడు అమలులోఉన్న ద్రవ్య తత్త్వ సిద్ధాంతములను పరమాణుభావదృష్టిలో వివరించెను. ఈ భావమును అంగీకరించి ద్రవ్యతత్త్వమును వివరింప పూనిన వారిలో 18 వ శతాబ్దపు శాస్త్రవేత్తలగు హైగెన్జ్, న్యూటన్ ప్రధానులు. న్యూటన్ యొక్క అభిమాన శాస్త్రము ఖగోళవిజ్ఞానము. గ్రహచలనగణితమును విస్తరించుటయందు ఖగోళములమధ్యఉండు అంతరాళము సంపూర్ణముగ ద్రవ్యశూన్యమను అభిప్రాయమును న్యూటన్ అంగీకరించి, పార్థివద్రవ్యముకూడ పరమాణువుల, వాటి మధ్య ద్రవ్యశూన్యప్రదేశముల కూర్పు అని ఉపపాదించెను. వాయువులవిషయములో, వాటికి బోయిల్ చే ప్రయోగ స్థాపితమైన వాయునియమమును వివరించుటలో వాయువులయొక్క కణరచనను న్యూటన్ అంగీకరించవలసి వచ్చెను. ఏలన వాయువులు శూన్యప్రదేశములచే వేరు చేయబడిన కణములకూర్పని నిరూపించినగాని ఆకణముల మధ్య బోయిల్ నియమమును వివరించుటకు ఆవశ్యకమగు అపకర్షణ బలములు * సిద్ధించవు. పరమాణుభావమునకు ప్రయోగముతో బోధ్యబోధక సంబంధమును కల్పించుటకు భౌతికశాస్త్రచరిత్రలో ఇదియే ప్రథమ ప్రయత్నము.

ఇట్లు తొలిని ద్రవ్యతత్త్వసిద్ధాంతములందు, తరువాత వాయుస్వభావ వివరణమునందు వినియోగసార్థకతను గాంచిన పరమాణుభావమును డాల్టన్ ప్రయోగఫలితములచే పోషించి రాసాయనికశాస్త్రమూలభావముగా ఎట్లు సంతరించెనో సమీక్షయందు సవిస్తరముగా చూపి ఉంటిమి (చూ. సమీక్ష - పు. 88).

ఇంతటితో డాల్టన్ ఆగిపోయినచో పరమాణు సిద్ధాంతమునకు నేటివ్యాపకత సిద్ధించకపోయి ఉండవచ్చును. అట్లుగాక తనసిద్ధాంతమందు కల్పించిన ప్రమేయములను ఆధారముచేసికొని పరమాణువుల తారతమ్యభారములను నిర్ణయించుటకు ప్రయత్నించెను (చూ. పరమాణుభారభావము ; పు. 456).

కాని పరమాణుభారములను సంశయరహితముగా నిర్ణయించుటకు డాల్టన్‌కు వీలులేకపోయినది. ఈ క్లిష్ట పరిస్థితులు కొనకు రాసాయనిక శాస్త్రమందు ఆవాగాడ్రో అణుభావమును ప్రవేశపెట్టిన తరువాతగాని తొలగిపోలేదు.

అణుభావము సుస్థాపితమై యౌగికములయొక్క అణుభారములను ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించుటకు వీలైనతర్వాతగాని, పరమాణుభావము రాసాయనిక శాస్త్రమందు సుప్రతిష్ఠితము కాలేదు. మే. వ. స.

## పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు :

రాసాయనికమైత్రి అననేమి ? అను మూలప్రశ్నకు కడచిన (19వ) శతాబ్దాంతమున ప్రారంభింపబడి నేటివరకు విస్తరింపబడుచున్న పరమాణుసిద్ధాంతములలో సమాధానము దొరకు సూచనలు అగపడుచున్నవి. ఈ సమాధానమునకు కడంగుటకు పూర్వము పరమాణు నిర్మాణయుగము ఎట్లు ప్రారంభమైనదియు, ఎట్లు విస్తరించుచున్నదియు, ఈ యుగమందు స్థాపించబడిన సిద్ధాంతము, వీటి విషయమై తెలిసికొనవలసిఉన్నది.

ఈ నవీనయుగప్రారంభము, భౌతికశాస్త్రమందు రెండు ప్రయోగక్షేత్రములందలి అన్వేషణఫలము. అందు మొదటిది - విరళీకృతవాయువుల విద్యుద్వాహకత్వము. అనగా ఒత్తిడి రమారమి పూర్తిగాతగ్గించిన వాయువులలో విద్యుత్ప్రసరణ. రెండవది - కొన్నిద్రవ్యముల స్వయంరశ్మి ప్రసరణసామర్థ్యము ; అనగా కొన్నిద్రవ్యములయందు కననగు రేడియోధార్మికత (రేడియో ఆక్టివిటీ).

ఈ రెండు క్షేత్రములలో సాధించబడిన ప్రయోగ జ్ఞానము పరమాణురచనాన్వేషణకు ఎట్లు తోడ్పడినదో నవీనభౌతిక శాస్త్రమను భౌతిక సమీక్ష ప్రకరణములో విశదీకరించబడినది (చూ. పు. 48). ఈ ప్రకరణమందు ఆ పరమాణు రచనా జ్ఞానమును ఉపయోగించి, రాసాయనికశాస్త్ర ముఖ్యప్రమేయములగు రాసాయనికసంయోగము, రాసాయనిక ధర్మములు ఎట్లు వివరించబడినవో విచారింతము.

ఈ పైని పేర్కొనిన ప్రమేయముల వివరణ, పరమాణు రచనా సిద్ధాంతములను ఆవర్తక్రమ పట్టికలో అమర్చబడిన మూలద్రవ్యములకు అన్వయింపచేసినప్పుడు సిద్ధించును.

నవీనభౌతికశాస్త్రము అను శీర్షికక్రింద విస్తరించబడిన పరమాణురచనాసిద్ధాంతములదృష్టిలో, సూర్యుని దాని చుట్టునున్న గ్రహములకూటమును, పరమాణురచన పోలి ఉండును. దాని కేంద్రస్థానమున, అతి సాంద్రీకృతమై

*అపకర్షణబలములు అనగా కణములు ఒకదానిని ఇంకొకటి మళ్లగొట్టుకొను బలములు.

ధనవిద్యుదావిష్టమగు కేంద్రకము ఉండును. ఈ కేంద్రకము ప్రోటాన్‌ల, న్యూట్రాన్‌ళ సంఘాతము. ఈ కేంద్రకము వెలుపల, దీనిచుట్టు, దాని విద్యుదావేశమునందున్న ధనవిద్యుత్ యూనిట్‌లకు సమమగు సంఖ్యగల ఎలక్ట్రాన్‌లు (ఋణవిద్యుత్ రాశి యూనిట్‌లు) కక్ష్యలలో తిరుగు చుండును.

ఈఎలక్ట్రాన్‌లు, కేంద్రకముచుట్టు కక్ష్యలలో ఎట్లు అమరి ఉన్నవో తెలిసికొనవలసిఉన్నది. ఇవి కేంద్రకము చుట్టు వేరువేరుపొరలలో అమరియున్నట్లు, పరమాణువు యొక్క X-కిరణవర్ణమాలానుశీలనవలన తెలిసినది. ఏ పరమాణువుయొక్క X-కిరణవర్ణమాలయందైనను దాని దృశ్యకిరణవర్ణమాలయందుకంటె రేఖలు చాలతక్కువగా ఉండును (చూ. వర్ణమాల). కేంద్రకమునకు దూరముగాఉన్నకక్ష్యలలో తిరుగుచున్నపుడు ఎలక్ట్రాన్ యొక్క శక్తి, కేంద్రకమునకు దగ్గరగాఉన్న కక్ష్యలో అది తిరుగుచున్నపుడుకన్న ఎక్కువగాఉండును. వెలుపలి కక్ష్యనుండి లోపలికక్ష్యకు ఎలక్ట్రాన్ దుమికినపుడు ఆశక్తియందలి వ్యత్యాసము వర్ణమాలయందు ఒక రేఖగా కనిపించునని బోర్ తన హైడ్రోజన్ పరమాణురచనా సిద్ధాంతమందు సూచించెను. ఈ సూచనను మనసులో పెట్టుకొని X-కిరణవర్ణమాలయందలి రేఖలను పరీక్షించి నచో కేంద్రకముచుట్టునుఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌సంఖ్యకన్న రేఖల సంఖ్య చాల తక్కువగాఉన్నట్లు తెలియుచున్నది. అనగా ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకముచుట్టు స్వీకరించిన కక్ష్యలసంఖ్య ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యకన్న చాల తక్కువగా ఉన్నది. అందుచే, ఒక కక్ష్యలో ఒకటికన్న ఎక్కువసంఖ్య ఎలక్ట్రాన్‌లు అమరి ఉన్నవని అనుకొనవలెను. అనగా ఉల్లిపాయపొరలవలె కేంద్రకము చుట్టును ఉన్న వేర్వేరు కక్ష్యలలో పరమాణువునకు చెందిన ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్నియు గుంపులుగా సర్దుకొని ఉన్నవి.

ఏయే పొరలో ఎన్నెన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లుఉన్నవో తెలిసికొనుటకు రెండు పద్ధతులు నిరూపించబడినవి. అందు మొదటిది - పరమాణువుల చాక్షుషవర్ణమాలయొక్క అనుశీలన. ఇది బోర్ విజ్ఞాని అవలంబించినపద్ధతి; రెండవది - ఆవర్తక్రమమందు పరమాణువుల స్థానమునుపట్టి వాటి రాసాయనిక ధర్మముల వివరింప యత్నించుట. ఇది సి. ఆర్. బ్యూరీ అను యునైటెడ్‌స్టేట్స్ రాసాయనికునిచే సూచించబడిన పద్ధతి. ఈ రెండు పద్ధతులును ఒకే పర్యవసానమునను వచ్చినవను విషయము ఎలక్ట్రాన్‌ల విన్యాసమును గురించిన నిశ్చయజ్ఞానము మనకు లభ్యమైనదని సూచించు చున్నది. సందర్భము రాసాయనిక శాస్త్రాంశమగుటచే బ్యూరీచే సూచించబడిన రాసాయనిక పద్ధతినే ఇచ్చట విస్తరించుదము.

కేంద్రకమునకు వెలుపల ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌ల విన్యాసమును వివరించుపట్ల బ్యూరీ క్రింది కల్పనలను అంగీకరించెను:

I. ప్రతి పరమాణువునందును ధనావేశయుతము అగు కేంద్రకమును, ఋణావేశయుతములగు ఎలక్ట్రాన్‌లును కలవు.

II. పరమాణువులో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లసంఖ్య కేంద్రకమునందుఉన్న ధనావేశసంఖ్యకు సరిగా ఉండును. ఈ రెండు సంఖ్యలును మరల పరమాణ్వంకమునకు సమానము.

III. కేంద్రకముచుట్టు సమానమైనదళసరిగల వేర్వేరు పొరలలో ఎలక్ట్రాన్‌లు అమరి ఉన్నవి. ఆవర్తక్రమమందు కన్పట్టు ప్రతిమూలద్రవ్యఆవృత్తికి అనుగుణముగా కేంద్రకముచుట్టు ఒకపొర పర్పడును; అనగా ఆవర్తక్రమమందు ఎన్ని ఆవృత్తులుకలవో అన్ని పొరలు కేంద్రకము చుట్టు ఉన్నవి.

IV. ఒక పొరలో ఇముడు ఎలక్ట్రాన్‌ల గరిష్ఠసంఖ్య ఆ పొరతలవైశాల్యమునుపట్టి ఉండును. ఇట్లు మొదటి పొరలో $2=(2\times 1^2)$; రెండవ పొరలో $8=(2\times 2^2)$; మూడవ పొరలో $18=(2\times 3^2)$; నాలుగవ పొరలో $32=(2\times 4^2)$; ఐదవపొరలో $50=(2\times 5^2)$ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఇముడ గలవు.

V. ఏ పరమాణువు నందైనను అన్నిటికిని పైనఉన్న పొరలో ఎనిమిదికన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండవు.

VI ఒకపొర ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లను ఇముడ్చుకో గలిగినను, ఆ పొరలో 8 గాని, లేదా 18 గాని, ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరినప్పుడు ఆ ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసములకు స్థిరత్వము చేకూరును.

VII. పై పొరలో ఎలక్ట్రాన్‌లుచేరినపరిస్థితిలోనే క్రింది పొరలో 8 కన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరుటకు వీలుండును.

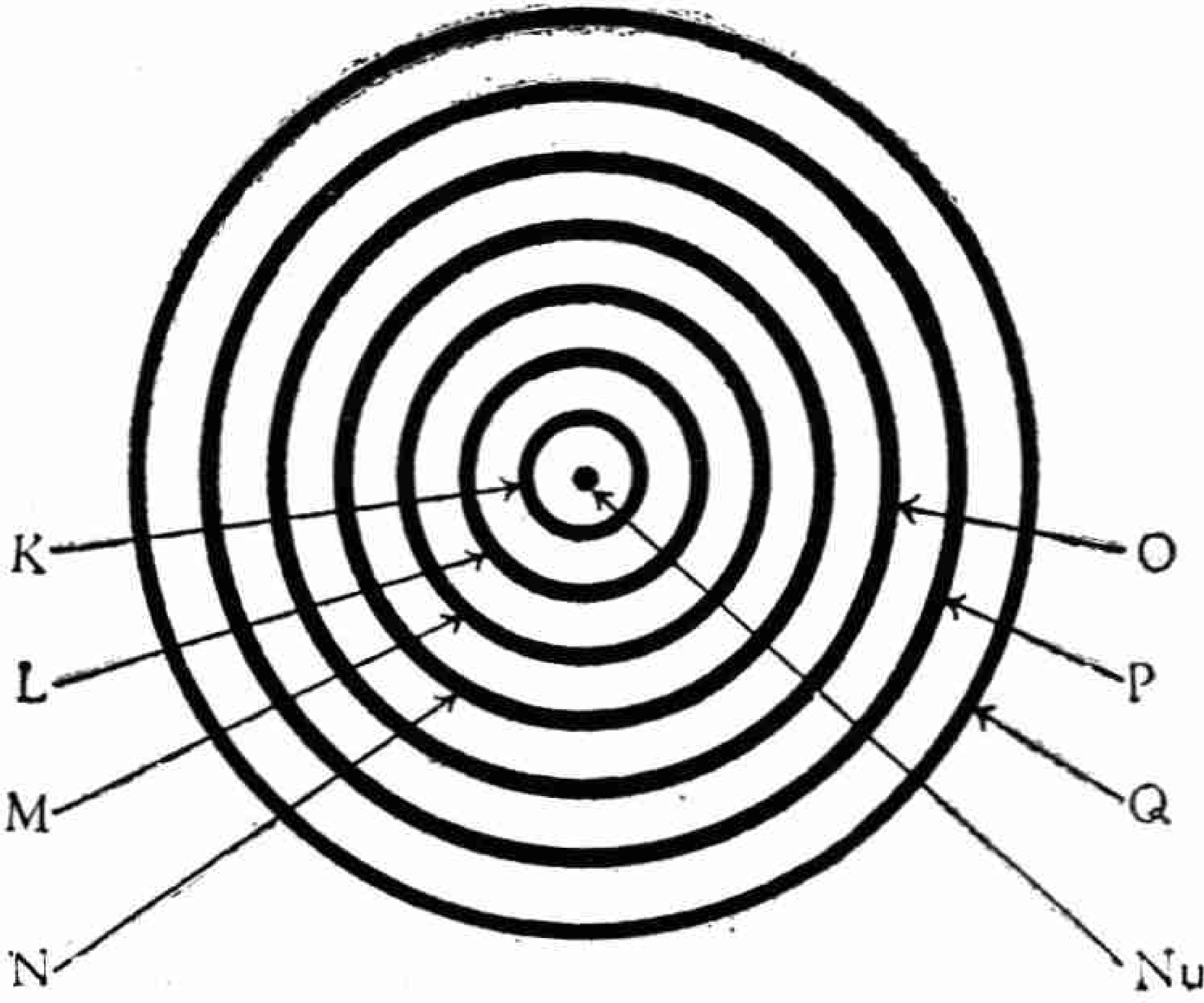
VIII. ఇదివరకు 8 ఎలక్ట్రాన్‌లను గలిగినపొర 18 ఎలక్ట్రాన్‌లను స్వీకరించు సందర్భమునగాని, లేదా ఇదివరకు 18 ఎలక్ట్రాన్‌లను గలిగిన పొర 32 ఎలక్ట్రాన్‌లను స్వీకరించు సందర్భమునగాని ఆవర్తక్రమమందు పరివర్తన మూలద్రవ్యముల శ్రేణి తటస్థించును.

ఇప్పుడు పై కల్పనలను ఉపయోగించి ఆవర్తక్రమమందుఉన్న వేర్వేరు ఆవృత్తులలో చేరిన మూలద్రవ్య పరమాణువుల ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసములను నిరూపించుచు, ఈ విన్యాసములను ఆ మూలద్రవ్యముల రాసాయనిక ధర్మములతో సమన్వయింప ప్రయత్నింతము.

ఆవృత్తులెన్నిఉన్నవో పొరలు అన్ని ఉన్నవి. క్రింది పట్టికలో ఆ వృత్తులును, వాటిలోఉన్న మూలద్రవ్యములను, వాటికి అనుగుణమైన పొరలును చూపబడినవి :

| ఆవృత్తి | | మూలద్రవ్యములు : వాటి సంఖ్య | | పొర | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | సంఖ్య | పేరు |
| మొదటిది (చాల పొట్టిది) | | H — He | 2 | 1 | K |
| రెండవది | పొట్టివి | Li — Ne | 8 | 2 | L |
| మూడవది | పొట్టివి | Na — Ar | 8 | 3 | M |
| నాల్గవది | పొడవైనవి | K — Ne | 18 | 4 | N |
| అయిదవది | పొడవైనవి | Rb — Xe | 18 | 5 | O |
| ఆరవది (చాల పొడవైనది) | | Cs — Rn | 32 | 6 | P |
| ఏడవది (అసంపూర్ణము) | | Fr — ? | ? | 7 | Q |

ఈ పొరల విన్యాసము క్రింది పటములో కననగును. మొదటి ఆవృత్తి అన్నిటిలోనికి చాల హ్రస్వమైనది. H (హైడ్రోజన్), He (హీలియమ్) అను రెండు మూలద్రవ్యములు ఇందు కలవు. హైడ్రోజన్ పరమాణువునందు




1 వ పటము. పరమాణురచన
Nu = కేంద్రకము ; K, L మొదలగునవి ఎలక్ట్రాన్‌పొరలు

కేంద్రకము వెలుపల ఒకే ఒక ఎలక్ట్రాన్ కలదు. కేంద్రకము వెలుపల ఉన్న మొదటి K పొర హైడ్రోజన్‌తో ఒక ఎలక్ట్రాన్ పొరగా ప్రారంభమై హీలియమ్‌లో రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లుకల పూర్తి పొరగా ముగిసినది. మొదటి పొరలో ఇముడగల ఎలక్ట్రాన్‌ల గరిష్ఠసంఖ్య రెండే కనుక హీలియమ్‌లో K పొరలో ఉండవలసినన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నవి. అనగా హీలియమ్ పరమాణువు సంపూర్ణమైన ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసముకలదైనది. అందువలన హీలియమ్ రచన స్వయం సంతృప్తమగుటచే, ఈ పరమాణువునకు రాసాయనికప్రవృత్తి లేశమైనను కానరాదు. అట్లుకాక హైడ్రోజన్‌కి K పొరలో ఒకటే ఎలక్ట్రాన్ ఉండుటచే దానిని ఇంకొక పరమాణువునకు ఇచ్చిగాని, మరియొక పరమాణువునుండి ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను తెచ్చుకొని ద్వికమును పూర్తిచేసికొనిగాని, తన రాసాయనిక ప్రవృత్తిని కనపర్చును.

తరువాతి 2 వ, 3 వ హ్రస్వావృత్తులు లిథియమ్‌నుండి నీయాన్‌వరకు, సోడియమ్‌నుండి ఆర్గాన్‌వరకు విస్తరించి ఉన్నవి. లిథియమ్‌రచనలో హీలియమ్‌లోఉన్న K పొరపై ఇంకొక L పొర ఏర్పడుటకు ప్రారంభమైనది. ఈ పొర నీయాన్‌తో ముగిసినది. లిథియమ్‌ఎలక్ట్రాన్‌రచన (2, 1) అనియు, నీయాన్ ఎలక్ట్రాన్‌రచన (2, 8) అనియు సంగ్రహముగా వ్రాయవచ్చును. అనగా లిథియమ్‌లో K పొరలో 2, L పొరలో 1 ; నీయాన్‌లో K పొరలో 2, L పొరలో 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నవి. L పొర రెండవ పొరఅగుటచే అందు ఇముడగల ఎలక్ట్రాన్‌ల గరిష్ఠసంఖ్య 8 అగును. ఆ గరిష్ఠ సంఖ్య నీయాన్‌లో సంపాద్యమైనది కనుక నీయాన్ మరల హీలియమ్‌వంటి స్వయంసంతృప్తపరమాణువుగా తయారైనది. సోడియమ్‌రచనతో నీయాన్‌లో ముగిసిన L పొరపై M పొర ఏర్పడుటకు ప్రారంభమైనది. దీని రచన (2,8,1) అని సంకేతించవచ్చును. తరువాత పరమాణువులలో యథాసంఖ్యముగా ఒక్కొక్కటిచొప్పున ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య ఎక్కువై ఆర్గాన్‌లో M పొరయందు 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరినవి. ఈ మూడవపొర 18 ఎలక్ట్రాన్‌లను తీసికొనగలదని 4 వ కల్పనలో తెలుపబడినది. కాని ఎలక్ట్రాన్‌ల అష్టకసంఖ్య చాలస్థిరమైనవిన్యాసమును ఒసగునని 6వ కల్పన తెల్పుచున్నది. అందువలన ఆర్గాన్‌కూడ హీలియమ్, నీయాన్‌లవలె రాసాయనికప్రవృత్తి లేని మూలద్రవ్యము.

మొదటిదీర్ఘఆవృత్తి పొటాసియమ్ (K) నుండి క్రిప్టాన్ (Kr) వరకు 18 మూలద్రవ్యములు కలది. ఈ ఆవృత్తిలో 18 ఎలక్ట్రాన్‌లను ఇముడ్చుకోగల మూడవపొర పూర్తి కాకపోయినప్పటికిని ఆర్గాన్‌యందలి అష్టకవిన్యాసము స్థిరత్వము కలదగుటచే ఇంకొకపొర (N)పొటాసియమ్‌తో ప్రారంభమైనది. దీనిలో మొదటిమూడుపరమాణువులు (K, Ca, Sc) పొటాసియమ్, కాల్సియమ్, స్కాండియమ్; వీటిరచనలు (2,8,8,1), (2,8,8,2), (2,8,8,3) అగును. నాల్గవదిఅగు టైటానియమ్ నుండి కాపర్ (రాగి) వరకు ఈ ఆవృత్తిలో ఒకవిశేషసంఘటన కాంచనగును.

అదిఏమనగా, టైటానియమ్‌నుండి వరుసలోఉన్న మూలద్రవ్య పరమాణువులరచనయందు ఒక్కొక్కటి చొప్పున క్రమముగాచేరుచున్నఎలక్ట్రాన్‌లు నాల్గవ (N) పొరలో చేరకుండ మూడవ (M) పొరను 18 ఎలక్ట్రాన్‌లు గల నింపుపొరగా చేయుటయందు వినియోగపడుచున్నవి.

ఈ మూలద్రవ్యములయొక్క రాసాయనికధర్మములు ప్రచురముగా ధనవిద్యుదాత్మకములగు ధాతువులయొక్కయు, ప్రచురముగా ఋణవిద్యుదాత్మకములగు అధాతువుల యొక్కయు ధర్మములమధ్య ఉండును. అందుచే ఈ మూలద్రవ్యములు ధాతువులనుండి అధాతువులవరకు ఒక పరివర్తనశ్రేణిగా ఆచరించుచున్నవి. ఈపరివర్తనశ్రేణికి చెందిన మూలద్రవ్యపరమాణువులన్నియును బహుయోజనీయతాధర్మము గలవి. అందువలన వీటిరచన క్రింది పట్టికలో చూపినట్లు పలురకములుగా ఉండును:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ti** | యో = 4 | = 3 | = 2 | | |
| | (2,8,8,4) | (2,8,9,3) | (2,8,10,2) | | |
| **V** | యో = 5 | = 4 | = 3 | = 2 | |
| | (2,8,8,5) | (2,8,9,4) | (2,8,10,3) | (2,8,11,2) | |
| **Cr** | యో = 6 | = 3 | = 2 | | |
| | (2,8,8,6) | (2,8,11,3) | (2,8,12,2) | | |
| **Mn** | యో = 7 | = 6 | = 4 | = 3 | = 2 |
| | (2,8,8,7) | (2,8,9,6) | (2,8,11,4) | (2,8,12,3) | (2,8,13,2) |
| **Fe** | యో = 6 | = 4 | = 3 | = 2 | |
| | (2,8,10,6) | (2,8,12,4) | (2,8,13,3) | (2,8,14,2) | |
| **Co** | యో = 4 | = 3 | = 2 | | |
| | (2,8,13,4) | (2,8,14,3) | (2,8,15,2) | | |
| **Ni** | యో = 4 | = 3 | = 2 | | |
| | (2,8,14,4) | (2,8,15,3) | (2,8,16,2) | | |
| **Cu** | యో = 2 | = 1 | | | |
| | (2,8,17,2) | (2,8,18,1) | | | |

యో = యోజనీయత.

పై పొరలో నాలుగుఎలక్ట్రాన్‌లు చేరినపుడు వాటిమధ్య ఉండు పరస్పరవికర్షణబలములు కారణముగావాటిలో ఒకటి క్రిందిపొరలోనికిపోవుటకు అవకాశము కలదు. కాని పైపొరలో మూడేఎలక్ట్రాన్‌లుఉన్న సందర్భములో వాటిలో ఒకటి క్రిందిపొరలోనికిపోవుట అరుదుగా తటస్థించును. పై పొరలో రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నప్పుడు వాటిలో ఒకటి క్రిందిపొరను ప్రవేశించుట అనునది అంతకన్న అరుదుగా సంభవించుసంఘటన. అందువల్ల టైటానియమ్, వెనేడియమ్, క్రోమియమ్ ధాతువుల ద్వియోజనీయ లవణములు చాల అస్థిరస్వభావముకలవైనవి. వీటిరచనలు క్రమముగా (2,8,10,2); (2,8,11,2); (2,8,12,2) అగును. ఈశ్రేణిలో రాగిధాతువుఒక్కటే కొంత స్థిరస్వభావముగల ఏకయోజనీయలవణములను ఈయగలదు. వీటిలో రాగి పరమాణువురచన (2,8,18,1) అగును. 3వ పొరలో పూర్తి సంఖ్యఅగు 18 ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరుటచే రాగిపరమాణువునకు ఈరచన సిద్ధించినది. ఒకసారి 8 కన్న ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లు మూడవపొరలో చేరినపుడు అష్టకసమూహ ప్రభావము నశించుట వలన తరువాత మరికొన్ని ఎలక్ట్రాన్‌లు ఆపొరను ప్రవేశించుటలో అంతనిరోధమును ఎదుర్కొనవు. రాగితో మూడవపొర ఎలక్ట్రాన్‌లతో నిండి పోయినది గనుక తరువాత ఉన్న జింకుపరమాణువురచన (2,8,18,2) కావలెను. జింకురచనలో పై పొరలోఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లలో ఒకటియైనను మూడవ పొరలోనికి పోజాలదు. ఏలన మూడవపొర 18 ఎలక్ట్రాన్‌లకన్న హెచ్చుసంఖ్యను ఇముడ్చుకొనలేదు. అందువలన జింకు ఎల్లప్పుడును ద్వియోజనీయతనే కనపరచును.

జింకుతరువాత ఆశ్రేణిలోగల పరమాణువుల పై పొరలో ఏకోత్తరక్రమముగా ఎలక్ట్రాన్‌సంఖ్య గాలియమ్ ధాతువులో మూడుతో ప్రారంభించి క్రిప్టాన్‌లో 8 వరకు పెరుగును. ఇంతటితో 4 వ (**N**) పొర పూర్తిఅగును. క్రిప్టాన్ పై పొరలో 32 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఇముడుటకు వీలున్నను అష్టకసంఖ్య సిద్ధించుటచే మరల ఇది తటస్థస్వభావముగల ద్రవ్యముగా పరిణమించినది.

5 వ ఆవృత్తి లేదా రెండవదీర్ఘఆవృత్తి; రుబిడియమ్ (Rb) మొదలుకొని జెనాన్ (Xe) వరకును 18 మూలద్రవ్యములు ఇందుగలవు.

ఆవృత్తిలో ఇదివరకు అసంపూర్ణముగాఉన్న 4 వ పొరపై మరియొకక్రొత్తపొర ఏర్పడుటకు ప్రారంభించినది. ఈఆవృత్తిలో మూలద్రవ్యముల రాసాయనిక ప్రవృత్తి మీది ఆవృత్తిలో ఉన్న మూలద్రవ్యముల ప్రవృత్తిని ఎంతేనియు పోలిఉండును. అందువలన ఈ ఆవృత్తిలోని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసక్రమము సరిగా పై దానిలోవలె జరుగవలెను.

రుబిడియమ్ (2,8,18,8,1), స్ట్రాన్షియమ్ (2,8,18,8,2), యిట్రియమ్ (2,8,18,8,3) సరిగా మీది ఆవృత్తిలోఉన్న పొటాసియమ్, కాల్సియమ్, స్కాండియమ్‌ను పోలి ఉన్నవి. ఆశ్రేణిలో తరువాతఉన్న జిర్కోనియమ్, కొలంబియమ్, మొలిబ్డినమ్ ధాతువుల పై పొరలలోఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లు క్రిందిపొరలోనికి పోవుటకు ఉబలాటమును చూపవు. అందువలన వాటి రాసాయనిక ప్రవృత్తిని మూలద్రవ్యమునకు ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్ రచననే ఆరోపించుటవలన నిరూపించవచ్చును. ఇందువలన మీది ఆవృత్తిలో వీటికి సరిగాఉన్న టైటానియమ్, వెనేడియమ్, క్రోమియమ్ ధాతువులుకన్న ఇవి రాసాయనికముగా కొంచెము భిన్నముగా ప్రవర్తించు స్వభావముకలవి

అగుచున్నవి. ఈ ధాతువులయొక్క గరిష్ఠయోజనీయ తను ప్రదర్శించు యౌగికములు తక్కువ యోజనీయ తలను ప్రదర్శించు యౌగికములకన్న చాల మెండుగా ఉన్నవి. ఇట్టి గరిష్ఠ యోజనీయతలను చూపు యౌగికములందే పై అవృత్తియందు సమాన స్థితిలో ఉన్న మూలద్రవ్యములతో వీటి సాదృశ్యము ముఖ్యముగా కననగును.

4 వ అవృత్తియందు పరివర్తనమూలద్రవ్య శ్రేణికి చెందినవి 8 మూలద్రవ్యములు కలవు. ఇందు వాస్తవికముగా పరివర్తన స్వభావముకల మూలద్రవ్యములు రుదెనియమ్, రోడియమ్, పెల్లేడియమ్ అను మూడే ఉన్నవి; వీటి రచనలుక్రింద కనపర్చబడినవి :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ru | (2,8,18,8,8) | (2,8,18,9,7) | (2,8,18,10,6) |
| | (2,8,18,12,4) | (2,8,18,13,3) | (2,8,18,14,2) |
| Rh | (2,8,18,11,6) | (2,8,18,13,4) | (2,8,18,14,3) |
| | | (2,8,18,15,2) | |
| Pd | (2,8,18,14,4) | (2,8,18,15,3) | (2,8,18,16,2) |

మీది అవృత్తికి అనగా మొదటి దీర్ఘ అవృత్తికి చెందిన పరివర్తన ద్రవ్యములవలె ఈ పరివర్తన శ్రేణికి చెందిన మూలద్రవ్యములుకూడ అస్థిరమైన ద్వియోజనీయ యౌగికములను ఇచ్చును. అందువలననే రుదెనియమ్, రోడియమ్ ద్వియోజనీయలవణములు చాల అస్థిరములు. ఈ పరివర్తన శ్రేణిలో చివరఉన్న పెల్లేడియమ్, మీద శ్రేణిలో ఉన్న కోబాల్ట్, నికెల్ వలె స్థిరద్వియోజనీయ యౌగికములను ఇచ్చును.

పరివర్తనశ్రేణికావలఉన్న వెండితో (2,8,18,8,1) 5 వ పొరలో ఎలక్ట్రాన్‌లు స్థిరముగా చేరుటకు ప్రారంభించినవి. వెండిరచనలో క్రింది పొరలలోఉన్న 18 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఆ పొరకు కొంత స్థిరత్వమును చేకూర్చుటచే 5 వ పొరలో ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరుటకు మొదలిడినవి.

ఈ పొరలో మరల ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరుట అనునది జెనాన్‌రచనలో పూర్తిఅయినది. అందుచే మరల ఇది ఒక ఉదాసీన మూలద్రవ్యమయినది ; దీనిరచన (2, 8, 18, 18, 8).

6 వ అవృత్తి దీర్ఘతమ అవృత్తి ; సీజియమ్ ధాతువు నుండి రేడాన్‌వరకు 32 మూలద్రవ్యములు కలవు. అవర్తక్రమ పట్టికలో జరుగు విశేషము లన్నియు ఈ అవృత్తిలోనే జరిగినవి. పై రెండు అవృత్తులలో ప్రారంభమున ఎనిమిదేసి ఎలక్ట్రాన్‌లుగల 3 వ, 4 వ పొరలు పదునెనిమిదేసి ఎలక్ట్రాన్‌లను స్వీకరించుటయందు పరివర్తన మూలద్రవ్య సంఘటన పొడసూపినదని చెప్పిఉంటిమి. ఈ అవృత్తిలో, పై రెండు అవృత్తులలో తారసిల్లిన పరివర్తన సంఘటన కనిపించుటయేకాక మరియొక విశేషసంఘటన ప్రదర్శితమైనది. ఈ సంఘటన 4 వ పొరలోఉన్న 18 ఎలక్ట్రాన్‌లకు మరి 14 ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరి ఆ పొర 32 ఎలక్ట్రాన్‌లుగల నిండు పొరగా మారు సందర్భములో సంభవించినది.

18 ఎలక్ట్రాన్‌లుగల నాలుగవపొర 32 ఎలక్ట్రాన్‌లుగల దానిగా మారుటలో ఒక విశేష విషయము ఒకటి గుర్తించవలసిఉన్నది. అది ఏమనగా 4 వ పొర పెరుగుటకు ప్రారంభించినది మొదలు మూలద్రవ్యమునుండి మూలద్రవ్యమునకు ఏకోత్తరముగాకలుపబడు ఎలక్ట్రాన్‌లన్నియు పై పొరలలో ఎక్కడను చేరక సరిగా 4 వ పొరలోనికే వచ్చి చేరినవి. ఈ సమయములో ఆమూలద్రవ్యములపై పొరలలో చేరిన ఎలక్ట్రాన్‌లు మూడుతోనే ఆగిపోయినవి.

ఈ పై సమాలోచనసరణి క్రింది వివరణవలన తెలియ నగును. 6 వ అవృత్తి సీజియమ్‌తో ప్రారంభించును. దీని రచన (2, 8, 18, 18, 8, 1).

ఇది క్షారధాతువుల సమూహములో చేరినది. తరువాత రెండు ధాతువుల (బేరియమ్, లేంథెనెమ్‌ల) రచనలు, (2, 8, 18, 18, 8, 2); (2, 8, 18, 18, 8, 3). ఈ రెండు ధాతువులును క్రమముగా ద్వియోజనీయ, త్రియోజనీయ, గుణములను కనపర్చును. ఈ అవృత్తిలో నాల్గవధాతువగు సిరియమ్ అవర్తక్రమమందు నాల్గవవర్గమునకుచేరి చతుర్యోజనీయతను కనపర్చవలయును. కాని దీనికి చతుర్యోజనీయతకన్న త్రియోజనీయత హెచ్చుప్రచురముగా ఉన్నది. అందువలన దీనిరచన (2, 8, 18, 19, 8, 3) అని వ్రాయవలసి ఉన్నది. అనగా సిరియమ్‌తో, 4 వ పొర ఎలక్ట్రాన్‌లను ప్రోగుచేయుట ప్రారంభించినది. (చూ. పరమాణు కేంద్రకముచుట్టు పొరలలో ఎలక్ట్రాన్‌ల అమరికను సూచించు పట్టిక). తరువాత చేర్చబడిన ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్నియు 4 వ పొరనే ప్రవేశించి ఆపొర 32 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్న పొరగా మారువరకు పై పొరలో మూడు ఎలక్ట్రాన్‌ల కన్న హెచ్చు చేరుటకు వీలులేక పోయినది. అందువలన, సిరియమ్‌తో ప్రారంభమైన 4 వ పొరయొక్క పూరణ కార్యము ముగియువరకు విస్తరించియున్న మూలద్రవ్య పరమాణువులన్నియు నిశ్చలముగా త్రియోజనీయతనే ప్రదర్శించును.

అనగా అవర్తక్రమమందు 58 వ మూలద్రవ్యమగు సిరియమ్‌నుండి 71 వ మూలద్రవ్యమగు లూటీషియమ్ వరకు విస్తరించిఉన్న 14 మూలద్రవ్యములకును యోజనీయత మూడే. అవర్తక్రమమందు మూలద్రవ్యములు వాటి యోజనీయతనుబట్టి క్రమముగా అమర్చబడి ఉండును.

కనుక ఒకే త్రియోజనీయతగల ఈ 14 మూలద్రవ్యములను (ఇవియే అపురూపధాతువులు) తక్కిన మూలద్రవ్యముల వలె వేరువేరు గళ్ళలో ఇముడ్చుటకు వీలులేదు. వీటి పరమాణ్వంకము మారుచున్నది, గనుక వీటిని ఒకేగడిలో పెట్టుటకైనను వీలులేదు. అందువలన వీటికి ప్రత్యేక స్థలమును ఆవర్తక్రమపట్టికలో కల్పించవలసిఉన్నది. ఈ గణములో పైనున్న జిర్కోనియమ్‌ను పోలిన మూలద్రవ్యము. జిర్కోనియమ్ ఖనిజములలోనే ఇది లభించును. అందువలన దీనిరచన (2,8,18,32,8,4) అని వ్రాయవలసి ఉన్నది. ఈ మూలద్రవ్యమునుండి క్రమముగా పై పొరలో ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య ఎక్కువగుటకు ప్రారంభించి ఈ ఆవృత్తిలో పరివర్తనశ్రేణికి సంబంధించిన అస్మియమ్,

2 వ పటము. బోర్–థామ్సన్ విస్తృతపట్టిక*

అపురూపధాతువులస్థాననిర్దేశము చాలరోజులవరకు ఒక గడ్డుసమస్యగా కన్పట్టినది. పరమాణువుయొక్క ఎలక్ట్రాన్ రచనా రహస్యము బయల్పడిన తరువాత బోర్ విజ్ఞానిచే సూచితమయిన విస్తృత ఆవర్తక్రమపట్టికలో అపురూపధాతువుల స్థాననిర్దేశము నిర్దుష్టముగా నిర్వహించబడినది.

4 వ పొర 32 ఎలక్ట్రాన్‌లకన్న హెచ్చుసంఖ్యను ఇముడ్చుకొనలేదు. 4 వ పొరయొక్క పూరణ లూటీషియమ్‌తో ముగిసినది. తరువాత మూలద్రవ్యము ఆవర్తక్రమములో 72 వది. ఇది అపురూపధాతువుల సమూహములో చేరినది కాదు. ఏలన దీని యోజనీయత నాలుగు. ఇది నాల్గవ

ఇరిడియమ్, ప్లాటినమ్ ధాతువులలో మరల పై రెండు ఆవృత్తులలోవలె 8 ఎలక్ట్రాన్‌ల క్రిందిపొర (5 వ పొర) 18 ఎలక్ట్రాన్‌ల పొరగా మారుటకు ప్రారంభించును. పరివర్తనశ్రేణికి చెందిన మూలద్రవ్యములు అనేక యోజనీయతలను ప్రదర్శించునని చూపియుంటిమి. ఈ ధాతువులు కూడ బహుళయోజనీయతను ప్రదర్శించును. భిన్నయోజనీయతలుగల ఈ మూడుధాతువుల ఎలక్ట్రాన్ రచనలను క్రిందివిధమున చూపవచ్చును :

*బోర్ – థామ్సన్ రచించిన విస్తృతపట్టిక 1948 నాటికి తెలిసిన మూలద్రవ్యములను దృష్టిలో పెట్టుకుని నిర్మించబడినది.

| | |
|---|---|
| ఆస్మియమ్ (2,8,18,32,8,8) | (2,8,18,32,10,6) |
| $Os\ O_4$ | $H_8OsO_4$ |
| యో = 8 | యో = 6 |
| (2,8,18,32,12,4) | (2,8,18,32,14,2) |
| ($Os\ O_2$) | ద్వి యోజనీయత |
| యో = 4 | $OsCl_2$ యో = 2 |
| ఇరిడియమ్ (2,8,28,32,11,6) | (2,8,18,32,13,4) |
| యో = 6 | యో = 4 |
| (2,8,18,32,14,3) | (2,8,18,32,15,2) |
| యో = 3 | యో = 2 |
| ప్లాటినమ్ (2,8,18,32,12,6) | (2,8,18,32,14,4) |
| యో = 6 | యో = 4 |
| (2,8,18,32,16,2) | |
| యో = 2 | |

ఆస్మియమ్‌తో మొదలిడిన 5 వ పొరయొక్క పూరణ కార్యము ఏకయోజనీయసువర్ణము (2,8,18,32,18,1) తో ముగిసినది. 5 వ పొర నిజముగా 50 ఎలక్ట్రాన్‌లను ఇము డ్చుకో గలదయినప్పటికిని 18 ఎలక్ట్రాన్‌ల సముదాయము కొంత స్థిరత్వముకలది కాబట్టి సువర్ణము తరువాత వచ్చు మూలద్రవ్యముల రచనలో 5 వ పొరలో ఎలక్ట్రాన్‌లు చేరుట మాని 6 వ పొరలో కూడుటకు మొదలు పెట్టినవి. ఈ సంఘటన 80 వ మూలద్రవ్యమగు పాదరసము (2,8,18,32,18,2) తో మొదలిడి 86 వ మూలద్రవ్యమైన రేడాన్‌లో మరల 8 ఎలక్ట్రాన్‌లుచేరినవి; అందుచే ఈ మూలద్రవ్యము రాసాయనిక ప్రవృత్తిలేని అపురూప వాయువుగా పరిణమించినది.

7 వ ఆవృత్తిలో ఇప్పటికి 12 మూలద్రవ్యములు తప్ప ఎక్కువలేవు. అందుచే దీనిని అసంపూర్ణ ఆవృత్తిగా పరిగణించవలెను. ఈ ఆవృత్తిలోనున్న మూలద్రవ్యములు అన్నియు సహజ రేడియో ధార్మికగుణములు కలవి. వీటి కేంద్రకములు స్థిరములు కాకపోవుటచే అవి క్రమముగా విచ్ఛిన్నములై పోవుచున్నవి. అందువలననే ఆవర్తక్రమము ఈ ఆవృత్తియందు ఆరవ మూలద్రవ్యమగు యురేనియమ్‌తో అకస్మాత్తుగా తెగిపోయినది. యురేనియమ్ తరువాత ఆశ్రేణిలో ప్రకృతిలో సంభవించు మూలద్రవ్యములు ఇకలేవు. ఇటీవల ఆవిష్కృతములైన ట్రాన్స్ యురేనియమ్ మూలద్రవ్యములు (చూ. యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యములు) ప్రకృతిలో సహజముగా దొరకునవి కావు. అవి కృత్రిమముగా శోధనాగారమందు యురేనియమ్ ద్రవ్యమును న్యూట్రాన్‌లచే ఘట్టించుట వలన ఏర్పడినవి. ఇప్పటికి వీటిగుణములు తెలిసినంతవరకు పై ఆవృత్తులలోఉన్న మూలద్రవ్యములతో పోలికలు వీటికి చాల తక్కువగా ఉన్నట్లు తెలియవచ్చినది.

6 వ ఆవృత్తిలో కననగు అపురూపధాతువులు ప్రదర్శించు వింత పరివర్తన సంఘటనవంటి సంఘటనను ఈ 7 వ ఆవృత్తిలోని ద్రవ్యములు కనపర్చునో, లేదో భవిష్యత్ పరిశోధనలు నిర్ణయించవలెను. మే. వ. న.

**పరమాణు వర్ణమాల** : చూ. వర్ణమాల.

**పరమాణు విజ్ఞానము** (కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము): 1931 - 32 సం॥లలో చాడ్విక్, జోలియో న్యూట్రాన్‌ను, బ్లాకెట్, ఒకియాలినీ పోజిట్రాన్‌ను ఆవిష్కరించుటతో కేంద్రక భౌతికశాస్త్ర వికాసము శీఘ్రపురోగతిని అందుకొనినది. ఎలక్ట్రాన్‌తో సరిపోల్చి చూచినపుడు న్యూట్రాన్ కూడ ప్రోటాన్ వలెనే మిక్కిలి భారముగల కణము. కాని న్యూట్రాన్‌కు విద్యుత్ ఆవేశములేదు. ఆవేశములేని కారణమున ఇది విద్యుదావిష్టకణములంత సులభముగా లక్షణపరీక్షకు వీలుఈయదు. తక్కిన కణముల అయన్‌లుగా మార్చగలిగిన సందర్భముననే దీని ఉనికి ప్రమాణగోచరమగును.

కొన్ని పరమాణుకేంద్రకములు విచ్ఛేదమునొందినపుడు న్యూట్రాన్‌లు వెలువడునని తెలియుటచే (తొలిని ఈ సంఘటనము α-కణాభిఘాతములకు గురియైన బిరిలియమ్ కేంద్రకము విషయమై బయల్పడినది) కేంద్రక రచనయందు న్యూట్రాన్‌లు పాల్గొనునని పరిగణించవచ్చును. ఈ భావము కేంద్రక నిర్మాణ సిద్ధాంతములందు ఎంత మహత్త్వమును ఆర్జించినదో ఇకముందు తెలియగలదు.

పోజిట్రాన్ లేదా, ధన ఎలక్ట్రాన్, తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంత దృష్టిపథమున ఆకాంక్షించబడినట్లు ఇదివరకే చెప్పిఉంటిమి. దీని ప్రయోగ నిర్ణీత లక్షణములు ముఖ్యముగా పోజిట్రాన్ ఎలక్ట్రాన్‌జంటయొక్క సృష్టిలయములు డిరాక్ తన సిద్ధాంతమునుండి నిగమించినవియే. ఈ ఎలక్ట్రాన్ పోజిట్రాన్ జంట సృష్టికి సాపేక్షతా సిద్ధాంత ప్రకారము $mc^2$ లేదా ఒక మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తి ఆవశ్యకము. అట్లే ఈ జంట పరస్పర అభిఘాత కారణమున లయమునొందినపుడు ఇంత శక్తి మరల పరిసరములందు ఆవిర్భవించును.

ద్రవ్య సంపర్కమున పోజిట్రాన్ లయమునొందునని చేయబడిన పై పూర్వ నిర్దేశములన్నియు తీబో-జోలియో విచిత్ర ట్రోకోయిడ్ ప్రయోగ విధానముచే సమర్థింపబడినవి. పోజిట్రాన్‌యొక్క విశిష్ట విద్యుదావేశము, ప్రాయోగిక ఫలిత్య పరిమితులలో, ఎలక్ట్రాన్‌యొక్క విరుద్ధావేశమునకు సమానమని నిరూపింపబడినది. దీని

వలన ఈ రెండు లఘువిద్యుత్కణముల ప్రతిసామ్యము సంతృప్తికరముగ స్థాపించబడినది. నేడు అది రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల వికిరణము మారునట్టి సందర్భమున పోజిట్రాన్-ఎలక్ట్రాన్ జంటగాగాని లేదా, కొన్ని కృత్రిమ రేడియోధార్మిక మూలద్రవ్యముల విచ్ఛేదన ఫలముగా గాని కంటబడుచున్నది. సహజ రేడియోధార్మికతలగు మూలద్రవ్యములు ఎన్నడును β కిరణముల (ఋణచిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్ల)నే గాని పోజిట్రాన్లను వెలిబెట్టవు. కృత్రిమ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు అట్లుగాక కొన్ని ఋణ చిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్ మయమగు β కిరణములను, మరికొన్ని పోజిట్రాన్ రూపకములగు ధనచిహ్నిత ఎలక్ట్రాన్లను ఉద్గమింపచేయును.

కేంద్రక రచన విషయమైన నూతన కల్పన : న్యూట్రాన్ పోజిట్రాన్ల ఆవిష్కరణ ప్రాథమిక ద్రవ్యకణముల (ఇంతకు పూర్వము తెలిసినవి ప్రోటాన్ ఎలక్ట్రాన్లు మాత్రమే) ద్విగుణీకరించుటచే, కేంద్రక రచననుగురించిన జ్ఞానము సాధ్యనిష్పన్నమైనది. న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణకు పూర్వము ప్రోటాన్ ఎలక్ట్రాన్ మాత్రము ఘటకములుగా భావించి ప్రతిపాదింపబడిన కేంద్రక నిర్మాణసిద్ధాంతము అనేక ఆక్షేపణలకు ఆకరమైనది. న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరణను అనుసరించి కేంద్రక రచనా సిద్ధాంతము ఒక దానిని హైజన్‌బర్గ్ కల్పించెను. ఈ సిద్ధాంతము నేడు ప్రతిష్ఠను బడసినది. దీని ప్రకారము కేంద్రక రచనాంగములు ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు మాత్రమే (వీటికి కేంద్రకీయములు అని పేరు). అనగా కేంద్రకము ఈ రెండు భారయుత కణముల నిబిడసంశ్లేషము. ఈ భావము సత్యమైనచో పూర్ణాంకమగు P పరమాణుభారము, N పరమాణ్వంకము గల పరమాణు కేంద్రకమందు N ప్రోటాన్లు (P. - N) న్యూట్రాన్లు ఉండవలయునని సులభముగా గ్రహించవచ్చును. ఈ కల్పనను ఉపయోగించి ప్రోటాన్ల, ఎలక్ట్రాన్ల సమాహారము కేంద్రకము అను పూర్వపు కల్పనకు గల ఆక్షేపణల పరిహరించవచ్చును. దృష్టాంతమునకు 7 పరమాణ్వంకముగా గల నైట్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకమును 7 ప్రోటాన్లు 7 న్యూట్రాన్లు వెరశి 14 ఘటకములు గల అవయవిగా పరిగణించవచ్చును. ఈ 14 అంకె తరంగ యాంత్రిక సిద్ధాంతముచే ఆకాంక్షించబడిన సరి అంకెకు సరిపోయినది.

ఈ పై హైజన్‌బర్గ్ కల్పనను అంగీకరించి సహజ రేడియోధార్మికతలు అన్నియు, కృత్రిమ రేడియోధార్మికతలలో కొన్నియు మూలద్రవ్య కేంద్రకములు విచ్ఛిన్నమగు సందర్భమున, ఋణ ఎలక్ట్రాన్లను వెలిబెట్టగా ఇతర కృత్రిమ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములగు కొన్ని పోజిట్రాన్లనే బహిష్కరించునను భూతార్థమును ఎట్లు సమర్థింప వచ్చునను ప్రశ్న వచ్చుచున్నది; దీనికి నేటి సమాధానము ఇది :

ఋణ ఎలక్ట్రాన్లను వెడలనంటుటచే న్యూట్రాన్లు ప్రోటాన్లుగా మారగలవు. పోజిట్రాన్లను బహిష్కరించి ప్రోటాన్లు న్యూట్రాన్లుగా పరివర్తన చెందగలవు. రేడియోధార్మిక మూలద్రవ్య కేంద్రకములు ఋణ β కణములగాని, ధన β కణములనుగాని బహిష్కరించినపుడు జరుగు ప్రక్రియలే ఈ రెండు పరివర్తనలును అందువలన ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ రెండును భారము ఒకటియేకల కణముయొక్క ప్రకారములు. ఇందు ఒకటి విద్యుదావేశయుతము, రెండవది విద్యుదావేశరహితము ధనావిష్టమగు ప్రోట్రాన్‌కు ప్రతిబంధిగ అంతే ద్రవ్యరాశి అంతే ఋణావేశము గల ప్రతి ప్రోటాన్ ఒకటి ఉండవచ్చునని మనము ఊహింపవచ్చును. పోజిట్రాన్‌కు ఎలక్ట్రాన్ ప్రతిబంధి అగునట్లు, సామాన్య ప్రోటాన్‌నకు ఇది ప్రతియోగ. ఈ ఋణచిహ్నిత ప్రోటాన్ఉన్నట్లు సూచనలు ఎవ్వియు తొలిని లేకపోయినను ఇటీవల బెర్క్లీలో స్థాపించ బడిన ప్రోటాన్ త్వరక పరికరమందు ఈ ప్రతి ప్రోటాన్లు గుర్తించబడినవి (చూ. మౌలికద్రవ్య కణములు).

పరమాణుకేంద్రకముల లోపల జరుగు ప్రతిక్రియలలో ధన ప్రోటాన్‌తో న్యూట్రాన్‌కు గల సాహచర్యము మెండు. అంతే గాని ఋణ ప్రోటాన్‌తో న్యూట్రాన్‌కు సంబంధమున్నట్లు అగపడదు. ఇట్లు గురుకణముల విషయమై ధన విద్యుత్తే ప్రధాన పాత్రను వహించుచున్నది. లఘుకణముల విషయమై ఋణవిద్యుత్తునకు ప్రసక్తి ఎక్కువ. ఏలన ఋణ ఎలక్ట్రాన్ సాపేక్షముగ పోజిట్రాన్‌కన్న చాల ఎక్కువ స్థిరత్వము కలది.

ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ సంబంధమును గురించిన ఈ నూతన భావములు గణనీయమైన పర్యవసానమునకు మనల దార్చినవి.

బోర్ పరమాణుసిద్ధాంత ప్రకారము ఎలక్ట్రాన్‌వంటి లఘుకణము దాని స్థితిమారినపుడల్లా అతి లఘుకణమగు ఫోటాన్‌ను విచూషించుటయో, వెలిబెట్టుటయో ఎట్లు జరుగునో అట్లే న్యూక్లియాన్ అను గురుకణము స్థితివినిమయము చెందినపుడెల్ల ఎలక్ట్రాన్లను లేదా పోజిట్రాన్లను విచూషించుటగాని వెలిబెట్టుటగాని తటస్థించును ఈ విచిత్రభావము నేటి కేంద్రక రచనా సిద్ధాంతములందు మహత్తమమైన పాత్రను వహించుచున్నది.

Blank Page

## పరమాణు కేంద్రకము చ

| ఆవృత్తి సంఖ్య | మూల ద్రవ్యముల సంఖ్య | I | II | IIIa | IVa | Va | VIa | VIIa | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 2 | 1 H 1.01<br>1 | | | | | | | |
| II | 8 | 3 Li 7.0<br>2,1 | 4 Be 9.0<br>2,2 | | | | | | |
| III | 8 | 11 Na 23.0<br>2,8,1 | 12 Mg 24.3<br>2,8,2 | | | | | | |
| IV | 18 | 19 K 39.1<br>2,8,8,1 | 20 Ca 40.1<br>2,8,8,2 | 21 Sc 45.0<br>2,8,8,3 | 22 Ti 47.9<br>2,8,8,4<br>2,8,9,3<br>2,8,10,2 | 23 V 51.0<br>2,8,8,5<br>2,8,9,4<br>2,8,10,3<br>2,8,11,2 | 24 Cr 52.0<br>2,8,8,6<br>2,8,11,3<br>2,8,12,2 | 25 Mn 54.9<br>2,8,8,7<br>2,8,9,6<br>2,8,11,4<br>2,8,12,3<br>2,8,13,2 | 26 Fe 55.8<br>2,8,10,6<br>2,8,12,4<br>2,8,13,3<br>2,8,14,2 |
| V | 18 | 37 Rb 85.4<br>2,8,18,8,1 | 38 Sr 87.6<br>2,8,18,8,2 | 39 Y 88.9<br>2,8,18,8,3 | 40 Zr 91.2<br>2,8,18,8,4 | 41 Nb 92.9<br>2,8,18,8,5 | 42 Mo 96.0<br>2,8,18,8,6 | 43 Ma 99.0<br>2,8,18,8,7 | 44 Ru 101.0<br>2,8,18,8,8<br>2,8,18,9,7<br>2,8,18,10,6<br>2,8,18,12,4<br>2,8,18,13,3<br>2,8,18,14,2 |
| VI | 32 | 55 Cs 133<br>2,8,18,18,8,1 | 56 Ba 137<br>2,8,18,18,8,2 | 57 La 139<br>2,8,18,18,8,3 | 72 Hf 179<br>2,8,18,32,8,4 | 73 Ta 181<br>2,8,18,32,8,5 | 74 W 184<br>2,8,18,32,8,6 | 75 Re 186.22<br>2,8,18,32,8,7 | 76 Os 190.2<br>2,8,18,32,8,8<br>2,8,18,32,10,6<br>2,8,18,32,12,4<br>2,8,18,32,13,3<br>2,8,18,32,14,2 |
| VII | | 87 Fr 223<br>2,8,18,32,18,8,1 | 88 Ra 226<br>2,8,18,32,18,8,2 | 89 Ac 227<br>2,8,18,32,18,8,3 | 90 Th 232<br>2,8,18,32,18,8,4 | 91 Pa 231<br>2,8,18,32,18,8,5 | 92 U 238<br>2,8,18,32,18,8,6 | 93 Np 237<br>2,8,18,32,19,8,6<br>2,8,18,32,20,8,5<br>2,8,18,32,21,8,4<br>2,8,18,32,22,8,3<br>2,8,18,32,23,8,2 | 94 Pu 242<br>2,8,18,32,20,8,6<br>2,8,18,32,21,8,5<br>2,8,18,32,22,8,4<br>2,8,18,32,23,8,3<br>2,8,18,32,24,8,2 |

అపురూపధాతువులు

| | | | |
|---|---|---|---|
| 57 La 139.0<br>2,8,18,18,8,3 | 58 Ce 140.0<br>2,8,18,18,8,4<br>2,8,18,19,8,3 | 59 Pr 141.0<br>2,8,18,20,8,3 | 60 1<br>2,8, |
| 64 Gd 157.0<br>2,8,18,25,8,3 | 65 Tb 159.0<br>2,8,18,26,8,3 | 66 Dy 162.5<br>2,8,18,27,8,3 | 67 1<br>2,8, |

లలో ఎలక్ట్రాన్ల అమరిక

| | Ia | IIa | III | IV | V | VI | VII | VIII | షె |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 2 He<br>4.003<br>2 | K |
| | | | 5 B<br>10.8<br>2,3 | 6 C<br>12.0<br>2,4 | 7 N<br>14.0<br>2,5 | 8 O<br>16.0<br>2,6 | 9 F<br>19.0<br>2,7 | 10 Ne<br>20.2<br>2,8 | L |
| | | | 13 Al<br>27.0<br>2,8,3 | 14 Si<br>28.1<br>2,8,4 | 15 P<br>31.0<br>2,8,5 | 16 S<br>32.1<br>2,8,6 | 17 Cl<br>35.5<br>2,8,7 | 18 Ar<br>39.9<br>2,8,8 | M |
| 28 Ni<br>58.6<br>2,8,14,4<br>2,8,15,3<br>2,8,16,2 | 29 Cu<br>63.6<br>2,8,17,2<br>2,8,18,1 | 30 Zn<br>65.4<br>2,8,18,2 | 31 Ga<br>69.7<br>2,8,18,3 | 32 Ge<br>72.6<br>2,8,18,4 | 33 As<br>74.91<br>2,8,18,5 | 34 Se<br>79.0<br>2,8,18,6 | 35 Br<br>79.91<br>2,8,18,7 | 36 Kr<br>83.7<br>2,8,18,8 | N |
| 46 Pd<br>106.4<br>2,8,18,14,4<br>2,8,18,15,3<br>2,8,18,16,2 | 47 Ag<br>108.0<br>2,8,18,18,1 | 48 Cd<br>112.0<br>2,8,18,18,2 | 49 In<br>114.76<br>2,8,18,18,3 | 50 Sn<br>118.70<br>2,8,18,18,4 | 51 Sb<br>122.0<br>2,8,18,18,5 | 52 Te<br>127.61<br>2,8,18,18,6 | 53 I<br>126.92<br>2,8,18,18,7 | 54 Xe<br>131.3<br>2,8,18,18,8 | O |
| 78 Pt<br>195.0<br>2,8,18,32,12,6<br>2,8,18,32,14,4<br>2,8,18,32,15,3<br>2,8,18,32,16,2 | 79 Au<br>197.0<br>2,8,18,32,16,3<br>2,8,18,32,17,2<br>2,8,18,32,18,1 | 80 Hg<br>200.6<br>2,8,18,32,18,2 | 81 Tl<br>204.39<br>2,8,18,32,18,3 | 82 Pb<br>207.21<br>2,8,18,32,18,4 | 83 Bi<br>209.0<br>2,8,18,32,18,5 | 84 Po<br>210.0<br>2,8,18,32,18,6 | 85 At<br>210<br>2,8,18,32,18,7 | 86 Rn<br>222.0<br>2,8,18,32,18,8 | P |
| 96 Cm<br>247<br>2,8,18,32,24,8,3 | 97 Bk<br>249<br>2,8,18,32,26,8,3 | 98 Cf<br>251<br>2,8,18,32,27,8,3 | 99 Es<br>254<br>2,8,18,32,28,8,3 | 100 Fm<br>253<br>2,8,18,32,29,8,3 | 101 Md<br>256<br>2,8,18,32,30,8,3 | 102 No<br>253 | | | Q |

| | | | |
|---|---|---|---|
| m<br>47<br>22,8,3 | 62 Sm<br>150.0<br>2,8,18,23,8,3 | 63 Eu<br>152.0<br>2,8,18,24,8,3 | |
| r<br>.0<br>29,8,3 | 69 Tm<br>169.0<br>2,8,18,30,8,3 | 70 Yb<br>173.0<br>2,8,18,31,8,3 | 71 Lu<br>175.0<br>2,8,18,32,8,3 |

గమనిక : పరమాణుభారములు స్థూలముగా ఇవ్వబడినవి

Blank Page

కేంద్రక ఘటకములమధ్యజరుగు పరస్పర ప్రతిక్రియలు ఈ నూతన భావములు వికాసమునందుకొనుచున్న కాలమందు, కేంద్రకరచనాస్థిరత్వమును వివరించగల ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్ పరస్పర ప్రతిక్రియాసిద్ధాంతమును ఒకదానిని ప్రతిపాదించవలసిన అవశ్యకత భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు గుర్తించిరి. 1932 లో ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్ల మధ్య వినిమయశక్తి శ్రేణికి చెందిన పారస్పరికశక్తి ఉండుననియు, ఈ వినిమయశక్తి మూలమున ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్గను, న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్గను పరివర్తన చెందగలదనియు హైజన్బర్గ్ సూచించెను.

కాని మనము రెండుకణముల మధ్య పరస్పరవినిమయ శక్తికలదు అని చెప్పినపుడు ఈ రెండు కణముల మధ్య పరస్పర ప్రతిక్రియ ఉండునని చెప్పినట్లే అగును. ఈ ప్రతిక్రియ విద్యుత్తు ప్రక్రియ అగుటకు ఉపపత్తి లేదు. ఏలన న్యూట్రాన్ విద్యుతికముగా ఉదాసీనమైనది. పోనిమ్ము, ఈ రెండిటిమధ్య ఉన్న వినిమయశక్తి న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతమునందు సూచించిన వ్యవహితాకర్షణ శక్తియని తలంచకూడదా అనిన ఐన్స్టయిన్ సాపేక్షతా సిద్ధాంతము అట్టి వ్యవహిత క్రియను నిషేధించినది. అందువలన ఈ ప్రతిక్రియా మూలము విద్యుదాయస్కాంత, గురుత్వ క్షేత్రములకు భిన్నమైనదియు ఇదివరకు భౌతిక శాస్త్రముచే సూచించబడనిదియు అగు విచిత్రస్వభావము గల క్షేత్రము. ఆ క్షేత్రము ఈరెండు కణముల మధ్య క్రింద సూచించిన రీతిని ఊహించబడవలసివచ్చినది.

కేంద్రకము ఎట్లు సంహతమై నిలచును? కేంద్రక ఘటకములు అన్నియు చెదరిపోక సంహతములై ఉండుటకు కారణమేమి? యురేనియమ్ పరమాణువునందు, దృష్టాంతమునకు యూనిట్ ధన విద్యుత్ ఆవేశముగల 62 ప్రోటాన్లు $10^{-12}$ సెం. మీటరుల వ్యాసము గల చోటులో క్రిక్కిరిసి ఉన్నవి. ఇవి పరస్పర వికర్షణ కారణమున వేరుపడి ఎందుకు చెదరిపోవు? ఒక న్యూట్రాన్ కేంద్రకమును ప్రవేశించిన సందర్భమున అట్టి కేంద్రకము బద్దలై, అందుండి శకలములు గణనీయమైన వేగముతో చెదరిపోవునను భూతార్థమునుండి కేంద్రక ఘటకముల కూడ కట్టిఉంచు బలముల స్వభావమును మనము గ్రహించవచ్చును. పరస్పర వికర్షక విద్యుత్బలములు కేంద్రక పరిమాణముకన్న చాల ఎక్కువైన దూరములలో కూడ గణనీయమహత్త్వముగలవిగ గోచరించుచున్నవి. దీనినుండి కేంద్రకావయవములను కూడకట్టి ఉంచు వింతలక్షణము గల ఆకర్షకబలము దూరము ఎక్కువగుకొలది అతిశీఘ్రముగా క్షీణించుచు, అతి నిర్బలమగునని ఊహించవచ్చును. ఇట్లు న్యూట్రాన్ ప్రవేశము ఆకర్షణబలములకు అందని దూరములకు కేంద్రకావయవములను విడదీయుటకు చాలునంత ప్రబలస్పందనమును కేంద్రకమందు కలుగజేయును. దీని ఫలముగ ఈ అవయవములు ఆకర్షక బలముల అధీనమునుండి విద్యుత అపకర్షక బలములకు లోనగును. ఈ విద్యుత అపకర్షక బలములు పైజెప్పిన ఆకర్షక బలములంత శీఘ్రముగా దూరము ఎక్కువగు కొలది నిర్బలములు కాకపోవుటచే, సామాన్య కేంద్రక పరిధికి వెలుపల కూడ చాల దూరమువరకు ప్రబల మహత్త్వముకలవియై ఉండును.

ఈ సమాలోచన ధోరణిని అనుసరించి జపాన్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు, యూకావా సమంజసమైన కేంద్రకరచనా సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. కేంద్రకమందలి ఆకర్షక బలములు స్పష్టముగా విద్యుతబలములుకావు. అందువలన యూకావా ఒకక్రొత్త 'మీసాన్ క్షేత్ర'మను బలక్షేత్రమును ఊహించెను. ఈతని సిద్ధాంతప్రకారము కేంద్రకమందలి కణములకు దూరముతో అతిశీఘ్రముగా క్షీణించు ఆకర్షక స్వభావము గల ఒక విచిత్ర ఆవేశముకలదు. ఈ ఆవేశమునకు తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము అర్థించు రూపము ఇచ్చినచో, మీసాన్ అను ఒక నూతన కణమును సృజించవలసిన ఆవశ్యకత కన్పించినది. పరమాణు కేంద్రక బహిస్సంవిధానమందు గోచరించు శక్తి విచూషణ, విసర్జన ప్రక్రియలందు ఫోటాన్ ఎట్టి పాత్రను నిర్వహించుచున్నదో అట్టిపాత్రను కేంద్రకాంతః ప్రదేశమందు జరుగు శక్తి విచూషణ విసర్జన ప్రక్రియలందు ఈ నూతన కణము మీసాన్ నిర్వహించుచున్నది. క్లిష్టతరంగ యాంత్రిక గణితపద్ధతిని అనుసరించి ఈ మీసాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి ఎలక్ట్రాన్ దానికి 200 రెట్లుండునని లెక్కించబడినది. దీని ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్, ఎలక్ట్రాన్ల ద్రవ్యరాశి మధ్య ఉండుటచే దీనికి 'మీసాన్' (గ్రీక్ భాషలో మీసాన్ అనగా మధ్యది అని అర్థము) అని పేరు వచ్చినది.

ఈ మీసాన్కు సంబంధించిన తరంగ సమీకరణమందు ఒక పౌనఃపున్యరాశి గోచరించును. అందువలన ఈ మీసాన్ ఈ పౌనఃపున్యముతో పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుచున్న న్యూట్రాన్-ప్రోటాన్ మధ్యను ఆస్పందించుచుండునట్లు ఊహింపబడినది. అది ఒక ఋణవిద్యుత్ యూనిట్ ఆవేశమును ఎలక్ట్రాన్వలె వహించుచుండుననికూడ ఊహించవలసివచ్చినది. ధన చిహ్నిత, తటస్థ మీసాన్లు కూడ ఇటీవల ఆవిష్కరించబడినవి. ఋణవిద్యుదావిష్టమైన ఒక మీసాన్నువదలిపెట్టినప్పుడు న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్గా మారును. దాని ఋణావేశమును ప్రోటాన్కు సమర్పించి

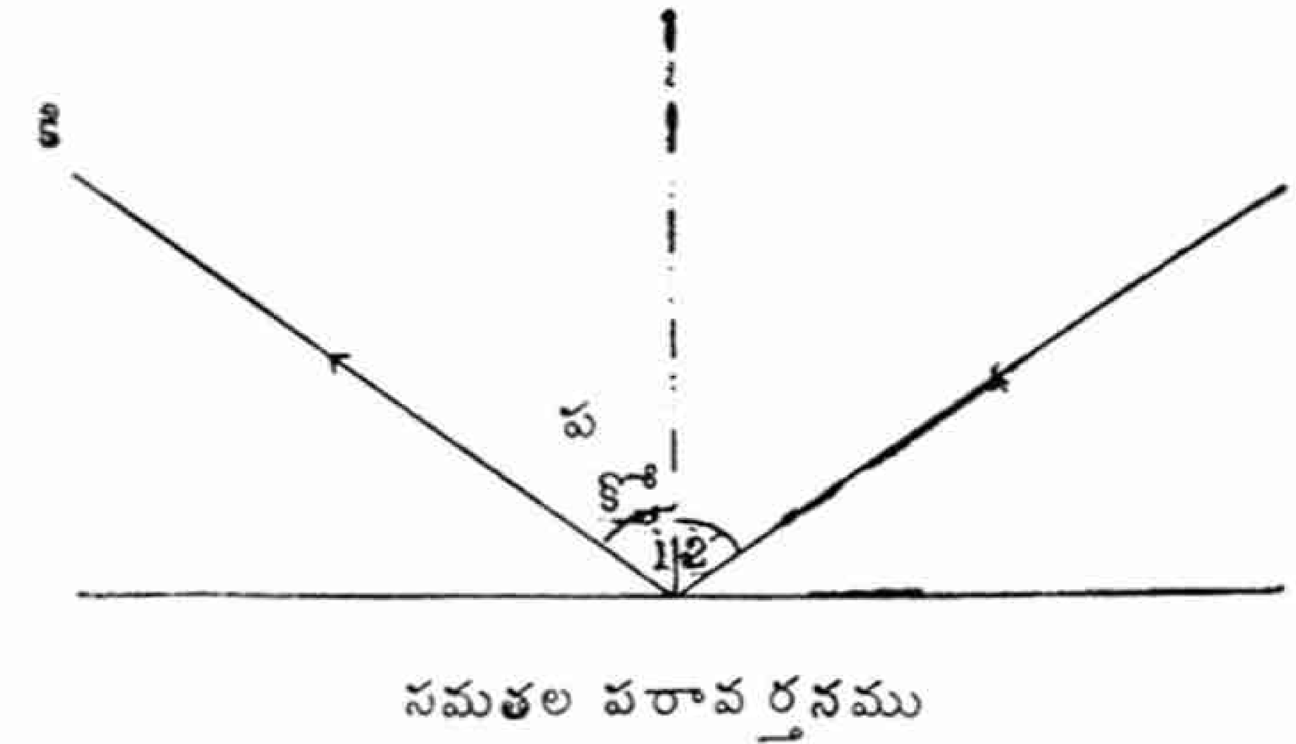
నప్పుడు ప్రోటాన్ ధనావేశము అంతరించి అది తటస్థ గుణముగల న్యూట్రాన్‌గా మారును. ఇట్లు కేంద్రకాంతర మందు న్యూట్రాన్ - ప్రోటాన్ మధ్యజరుగు నిరంతర వినిమయ కార్యముల కారణమున కేంద్రక ఘటకములు సంహతములై నిలచును. మే. వ. స.

**పరావర్తనము :** అద్దములో ప్రతిబింబము ఎట్లు ఏర్పడుచున్నది ? గోడమీదికి బంతిని విసరినపుడు అది గోడకు తగిలి, తిరిగి మనవైపునకు ప్రయాణముచేయును. గోడతలమునకు లంబదిశలో బంతి గోడను తాకినచో తిరిగి అదేదిశగా అది గోడనుండి మనవైపుకు మళ్లును. అట్లుగాక, ఏటవాలుగా కుడివైపునుండి బంతి గోడకు తాకినచో అది తిరిగి ఏటవాలుగనే ఎడమవైపు వెనుకకు మళ్లును. గోడను తాకినబంతి ఇట్లు వెనుకకుమళ్లుటకు 'పరావర్తనము' (రిఫ్లెక్షన్) అనియును, అది వెనుకకు మళ్లుటకు కారణభూతమైన గోడకు 'పరావర్తన తల'మని యును శాస్త్రీయపరిభాషలో పేర్లు. ఇట్లు గోడనో, లేదా అట్టి మరియొక తలమునో తాకి వెనుకకుమళ్లినవి, బంతి గాక కాంతికిరణములైనచో, ఆసంఘటనను 'కాంతిపరా వర్తనమని'యును, శబ్దతరంగములైనచో దానిని 'శబ్దపరా వర్తన' మనియును ప్రత్యేక నామములతో పేర్కొందురు. వెలుతురులో అద్దమున మనము చూచుకొనినపుడు మన నుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు అద్దముపై పడి పరావర్తన మొందుటచేతనే అద్దమున మనబింబము అగపడు చున్నది.

అద్దములో మనబింబము అగపడుటకు కాంతి ముఖ్యము. అంతేగాక, వస్తువులను చూడగలుగుటకుకూడ కాంతి ఆవశ్యకమే. సూర్యుడు, దీపమువంటి స్వయం ప్రకాశక వస్తువులనుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు ఆవస్తువులపై బడి, పరావర్తితములై మన కండ్లకు చేరుటచేతనే ఆ వస్తువులు మనకు కనబడుచున్నవి. ఇక, ఒకవస్తువునుండి (అది స్వయంప్రకాశము కానీ, కాకపోనీ) బయలుదేరిన కాంతికిరణములు ప్రత్యక్షముగా మనకండ్లను చేరుకొనక, ఒకపరావర్తనతలముపై బడి, దానిచే పరావర్తితమై మనలను చేరుకొనుటచేత ఆవస్తువు ప్రతిబింబము ఏర్పడు చున్నది.

**పరావర్తననియమములు:** కాంతికిరణములు పరావర్తన తలమును తాకినపుడు అవి పరావర్తనమునుమాత్రమే పొందక సాధారణముగా వక్రీభవనము, పరిక్షేపణము, శోషణము, ధ్రువీకరణము అను సంఘటనలకుకూడ కొంత వరకు లోనగును. కాబట్టి, ఒకపరావర్తనతలముపై పడిన కాంతికిరణములలో, కొంతభాగముమాత్రమే పరావర్తన మొందునని గ్రహింపవలసి ఉన్నది. ఇక ఈ పరావర్తన క్రియ కొన్నినియమములను అనుసరించి జరుగును. వాటిని బోధపరచుకొనుటకై కొన్ని సాంకేతికపదములవివరణము ఆవశ్యకము.

క్రిందిపటములో కుడివైపునుంచి ఒక కాంతికిరణము ఏట వాలుగా ఒకసమతలముపై బడి ఎడమవైపు పరావర్తితము అయినది. ఈ రెండుకిరణముల దిశలును ఆ సమతలముపై



సమతల పరావర్తనము

గీయబడిన లంబముతో చేయు 1, 2 కోణములలో 2 పతన కోణమనియు, 1 పరావర్తనకోణమనియు వ్యవహారము.

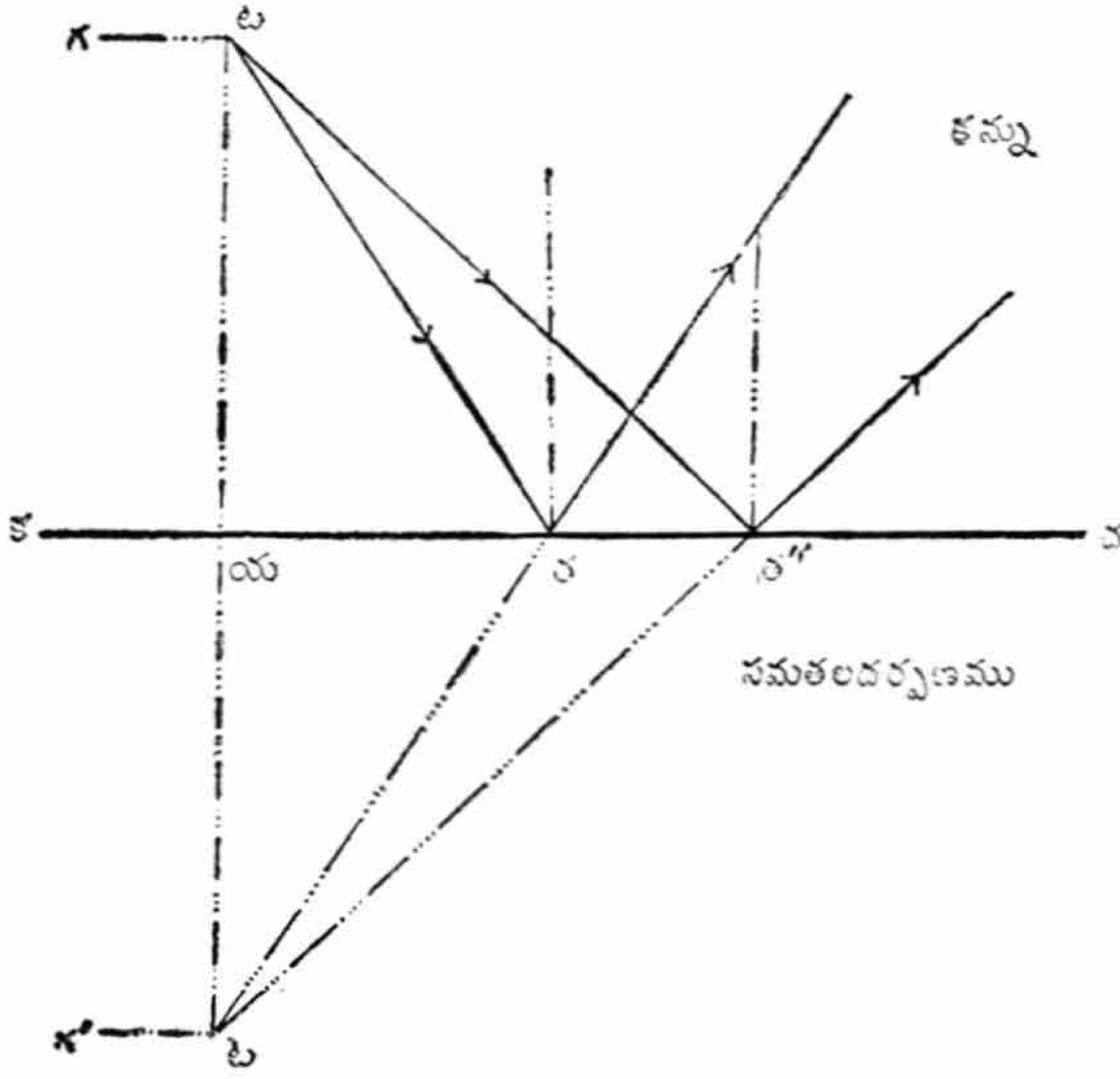
పరావర్తన నియమములు రెండు ఉన్నవి :

1. పతనకిరణము, పరావర్తితకిరణము, పతనబిందువు వద్ద పరావర్తనతలమునకు గీయబడిన లంబమును, ఒకే సమతలమున ఉండును; 2. పతన, పరావర్తన కోణములు పరస్పరము సమానములు.

పై రెండు పరావర్తననియమములును కాంతికిరణములను పరావర్తనము ఒనరించు తలము సమతలమైనను, వర్తుల తలమైనను కూడ సమముగనే వర్తించును.

**పరావర్తన ప్రతిబింబములు :** ఒకసమతలదర్పణమునకు ఎదురుగా ఉంచిన వస్తువు 'గట' అనుకొందము. 'కచ' ఆ దర్పణపు పరావర్తనతలము. ఆవస్తువులో 'ట' అను ఒక బిందువునుండి రెండుకిరణములు 'టత'', 'టత' లు దర్పణ తలముపై బడి పరావర్తితమై మనకంటివైపు వచ్చుచున్నవి. పైనిచెప్పినట్లు ప్రతి పతనకోణమును పరావర్తనకోణము నకు సమముగా ఉండును. ప్రక్క పుటలోని చిత్రము చూపిన పరావర్తితకిరణములు అన్నియు ఒకదానినుండి ఒకటి విచలితములై ప్రసరించుచున్నట్లు కనపడును. దర్పణపుతల ముపై విచలితములైన ఈకిరణములు దర్పణపువెనుక వైపు 'ట' అను బిందువువద్దనుండి విచలితములై మనకంటిని చొచ్చుచున్నట్లు అగపడును. అందుచే 'ట'' 'ట' యొక్క ప్రతిబింబము అనబడును. అట్లనే వస్తువునందున్న ప్రతిబిం దువువద్దనుండి పరావర్తితమైనకిరణములు దర్పణము వెనుక వైపున ఉన్న వస్తుప్రతిబింబమునుండి వచ్చునట్లు కనిపిం చును. అప్పుడు 'గ' ట'' అనునది వస్తుప్రతిబింబ మగును.

కొలతను అనుసరించి చిత్రించుటవలనగాని, లేదా క్షేత్ర గణితరీతినిగాని, 'ట ట'' అనురేఖ పరావర్తనతలమునకు




పరావర్తన ప్రతిబింబములు : సమతలదర్పణము

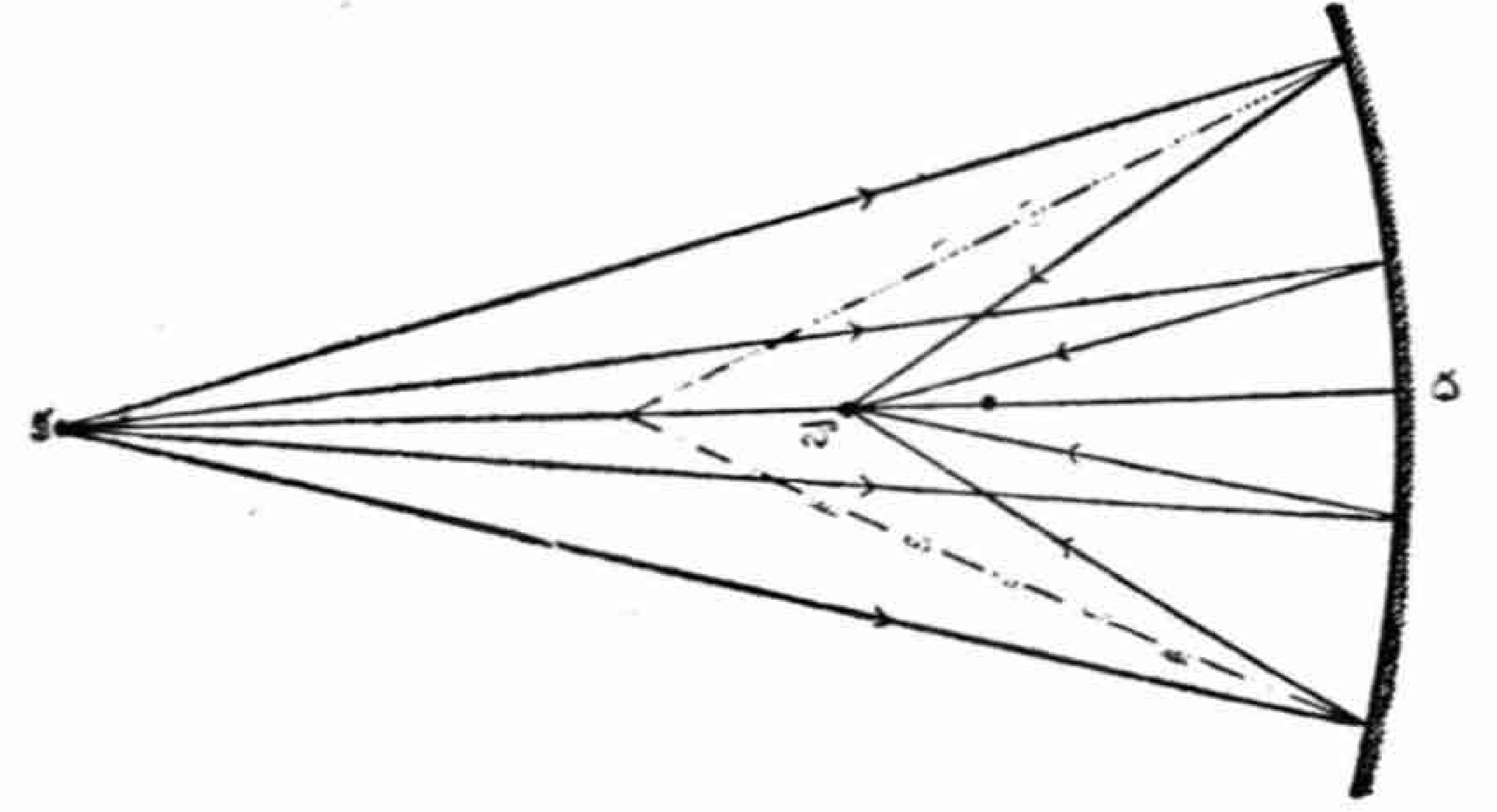
ంబముగాఉన్నట్టు చూపవచ్చును. ఈ పై నియమమును కొద్దిమాటలలో చెప్పవలెనన్న క్రిందివిధమున చెప్పవచ్చును. వస్తువును, ప్రతిబింబమును కలుపు ప్రతి ఋజురేఖయు, దర్పణతలమునకు లంబముగా ఉండును. అంతేగాక, వస్తువు దర్పణమునకుముందు ఎంతదూరములో ఉండునో, అంతే దూరములో ప్రతిబింబము ఉన్నట్లు అగపడును. ఈ ప్రతిబింబమునకు తెరమీదపడు స్వభావము లేదుగనుక దీనికి మిథ్యాబింబము' అని పేరు.

సమాంతరముగాలేని రెండు పరావర్తనసమతలముల మధ్యకోణము 'క' అయినచో వాటిమధ్య ఒకవస్తువు ఉంచిన ఆపరావర్తనతలములచే ఏర్పడు అవస్తువుయొక్క ప్రతిబింబములసంఖ్య $\left(\frac{360^{\circ}}{క}-1\right)$అని చూపవచ్చును. మధ్య కోణము $90^{\circ}$ అయినచో 3 ప్రతిబింబములును, $60^{\circ}$ అయినచో 5 ప్రతిబింబములును, వాటి మధ్య ఉన్న వస్తువునకు ఏర్పడునని పై సమీకరణమువలన తెలియగలదు. ఈ బింబములుఅన్నియును ఒక వృత్తపరిధిమీద సౌష్ఠవముగా ఏర్పడుట మనకు గోచరము అగును. ఇవి అన్నియును మిథ్యా బింబములే.

ఇక రెండు సమానాంతర పరావర్తన సమతలముల మధ్యఉన్న వస్తువుకు ఆ తలములచే అసంఖ్యాకములైన బింబములు ఏర్పడును. ఈ బింబములు ఒకదానివెనుక ఒకటి ఒకే సరళరేఖలో సమానాంతరముగా ఉన్నటుల మనకు వ్యక్తమగును. ఒకగదిలో ఎదురుగాఉన్న రెండుగోడలకు సమతలముగా ఉన్న అద్దములను అమర్చి, వాటిమధ్య మనము కూర్చొని, వాటిలో మనప్రతిబింబములను చూచు కొన్నచో ఈ విషయము స్పష్టమగును.

వర్తులతలమున ప్రతిబింబములు ఏర్పడురీతి : పరావర్తనవర్తులతలముయొక్క మధ్యబిందువునకు ధ్రువము (ధ) అని పేరు. ఇక ఆ పరావర్తనవర్తులతలము ఏగోళము యొక్కభాగమై ఉండునో ఆ గోళకేంద్రమే ఆ పరావర్తనవర్తులతలకేంద్రము (క) కాబట్టి, ఒకపరావర్తన తలములో దాని కేంద్రధ్రువముల మధ్యదూరము ఆ పరావర్తనవర్తులతలముయొక్క వ్యాసార్ధము అగును.

ప్రదేశములో అనంతదూరమున ఉన్న స్వయంప్రకాశ వస్తువునుండి వచ్చు కాంతికిరణములు ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగా ఉన్నటుల పరిగణించవచ్చును. ఈ కిరణములలో ప్రతిదియును పుటాకారదర్పణవర్తులతలముపై పరావర్తన నియమానుసారముగ పరావర్తితమై పుటాకార




వర్తులతలమున ప్రతిబింబములు ఏర్పడురీతి : పుటాకారదర్పణము

దర్పణ తలమునకు అభిముఖముగాఉన్న ఒక బిందువువద్ద కేంద్రీకృతమైనట్లు కనిపించును. ఈ బిందువునకు నాభి(నా) అనిపేరు. పరావర్తన వర్తులతలములో పరావర్తనతల వ్యాసార్ధము, పరావర్తనతలధ్రువమునుండివస్తువుదూరము, ఆపరావర్తనతల ధ్రువమునుండియే బింబముదూరము, క్రమముగా (వ్యా, వ, బ) అయినచో వాటిసంబంధము $\frac{1}{బ}+\frac{1}{వ}=\frac{2}{వ్యా}$ అను సూత్రముననుసరించి ఉండునని చూపవచ్చును.

ఇక్కడ నాభియందగుపడు ప్రతిబింబము తెరపై పడునట్లు చేయవచ్చును. అందుచే, ఇది సమతలదర్పణములోవలె మిథ్యాబింబముగాక వాస్తవికబింబము.

కుంభాకార పరావర్తనతలము : కుంభాకారపరావర్తన తలముచే ఏర్పడు పరావర్తన ప్రతిబింబము ఎల్లప్పుడును పరిమాణములో వస్తువులకంటె చిన్నదియై, నిట్టనిలువుగ ఉన్న మిథ్యాబింబమై ఉండును. వస్తువు కుంభాకార పరా

వర్తన తల ధ్రువమునుండి అనంతదూరములో ఉన్నప్పుడు ప్రతిబింబము బిందుమాత్రమై ఉండి, నాభివద్ద ఏర్పడును.

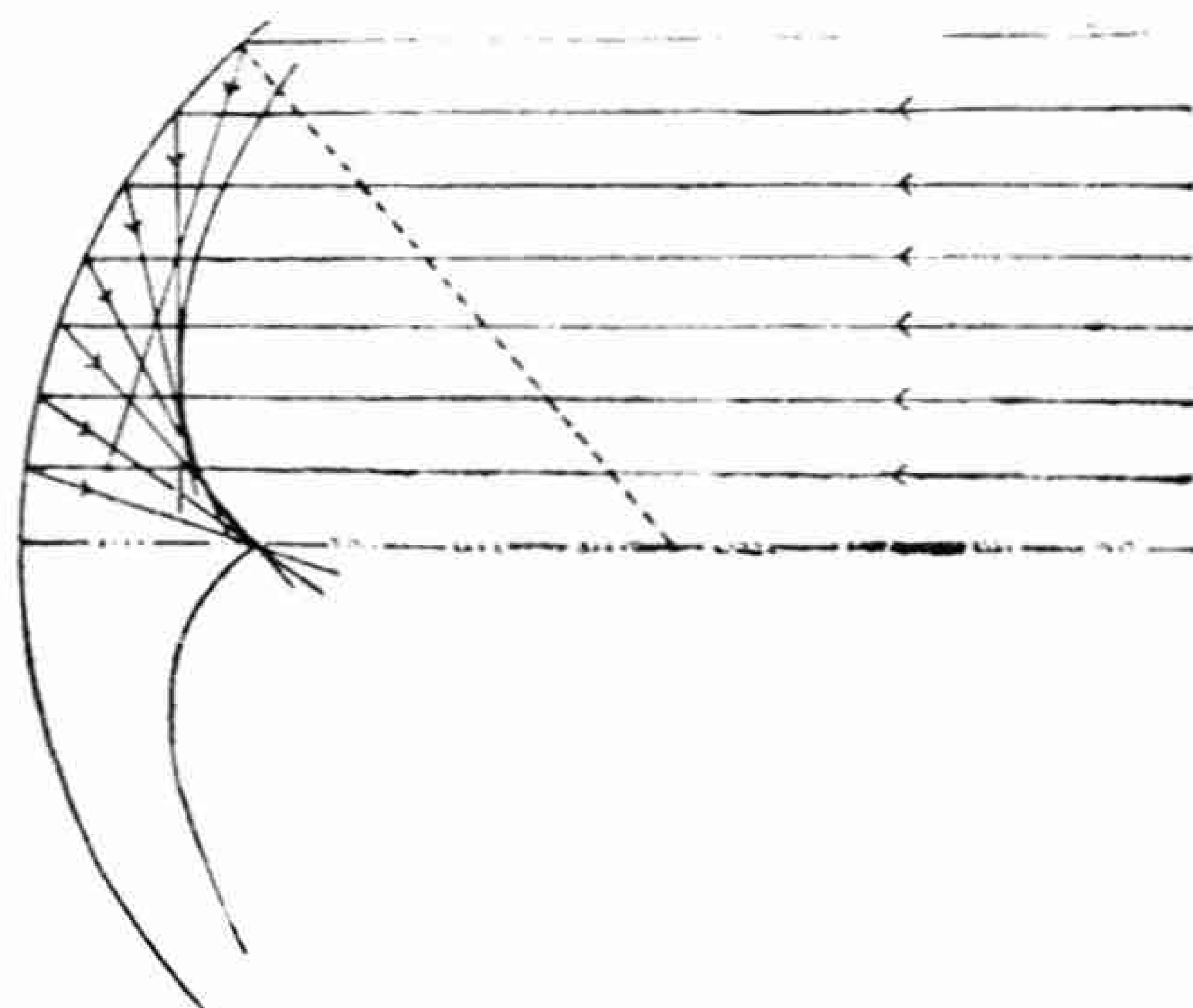
పరావర్తన రీతులు : పరావర్తనము రెండు రకములు. బాగుగా మెరుగుపెట్టబడి నున్ననైఉన్న తలముపై పడు

పుటాకారపరావర్తనతలము

| వస్తు స్థానము | ప్రతిబింబ స్థానము | ప్రతిబింబ పరిమాణము | ప్రతిబింబ స్వభావము |
|---|---|---|---|
| 1. అనంతదూరము | నాభి | బిందువు | వాస్తవికబింబము |
| 2. కేంద్రమునకు వెలుపల | నాభి-కేంద్రము మధ్య | వస్తువుకంటె చిన్నది | తలక్రిందైనవాస్తవికబింబము |
| 3. కేంద్రము | కేంద్రము | వస్తువుతో సమానము | తలక్రిందైనవాస్తవికబింబము |
| 4. నాభి-కేంద్రము మధ్య | కేంద్రమునకు వెలుపల | పెద్దది | తలక్రిందైనవాస్తవికబింబము |
| 5. నాభి | అనంతము | — | — |
| 6. నాభి-ధ్రువము మధ్య | రెండవవైపున | పెద్దది | నిట్టనిలువైనమిథ్యాబింబము |

వస్తువు అనంతదూరమునుండి ధ్రువముచెంతకు జరిగిన కొలదియును, క్రమముగా ప్రతిబింబముయొక్క పరిమాణము అధికమై, ధ్రువమువైపుకు బింబస్థానముకూడ జరుగును.

పరావర్తనవర్తులతలముపై పడు కాంతికిరణ పుంజము వెడల్పు చాల తక్కువగ ఉన్నప్పుడుమాత్రమే ఆవర్తులతలముచే ఏర్పడు పరావర్తనబింబము చాల స్పష్టముగా ఉండును. అట్లుగాక, పరావర్తనతల వ్యాసార్ధముతో పోల్చినపుడు ఆకిరణపుంజముయొక్క వెడల్పుకూడ లెక్కలోనికి రావలసి ఉన్నచో అనంతదూరములో బింబరూపము నందున్న వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబముకూడ సుస్పష్టముగను, నిర్దిష్టముగను ఉన్న బిందువుగా ఉండక, కొంత మేరకు వ్యాపించి అస్పష్టమైఉండును. పరావర్తనతలముయొక్క వట్రువుచే సంభవించిన ఈ సంఘటనకు 'వర్తులతలాస్పష్టత' లేదా గోళీయవిపథనము అని పేరు. ఆ బింబము యొక్క ఆకృతికి 'కాస్టిక్ రేఖ' అని సాంకేతిక నామము. ఒక పుటాకారపరావర్తనతలముచే ఏర్పడు కాస్టిక్ రేఖ పటములో చూపబడినది. వెండిపాత్రలో పాలుపోసి ఎండలో పెట్టినచో ఆ పాలలో ఇట్టి కాస్టిక్ రేఖ మనకు కనబడును.



కాస్టిక్ రేఖ

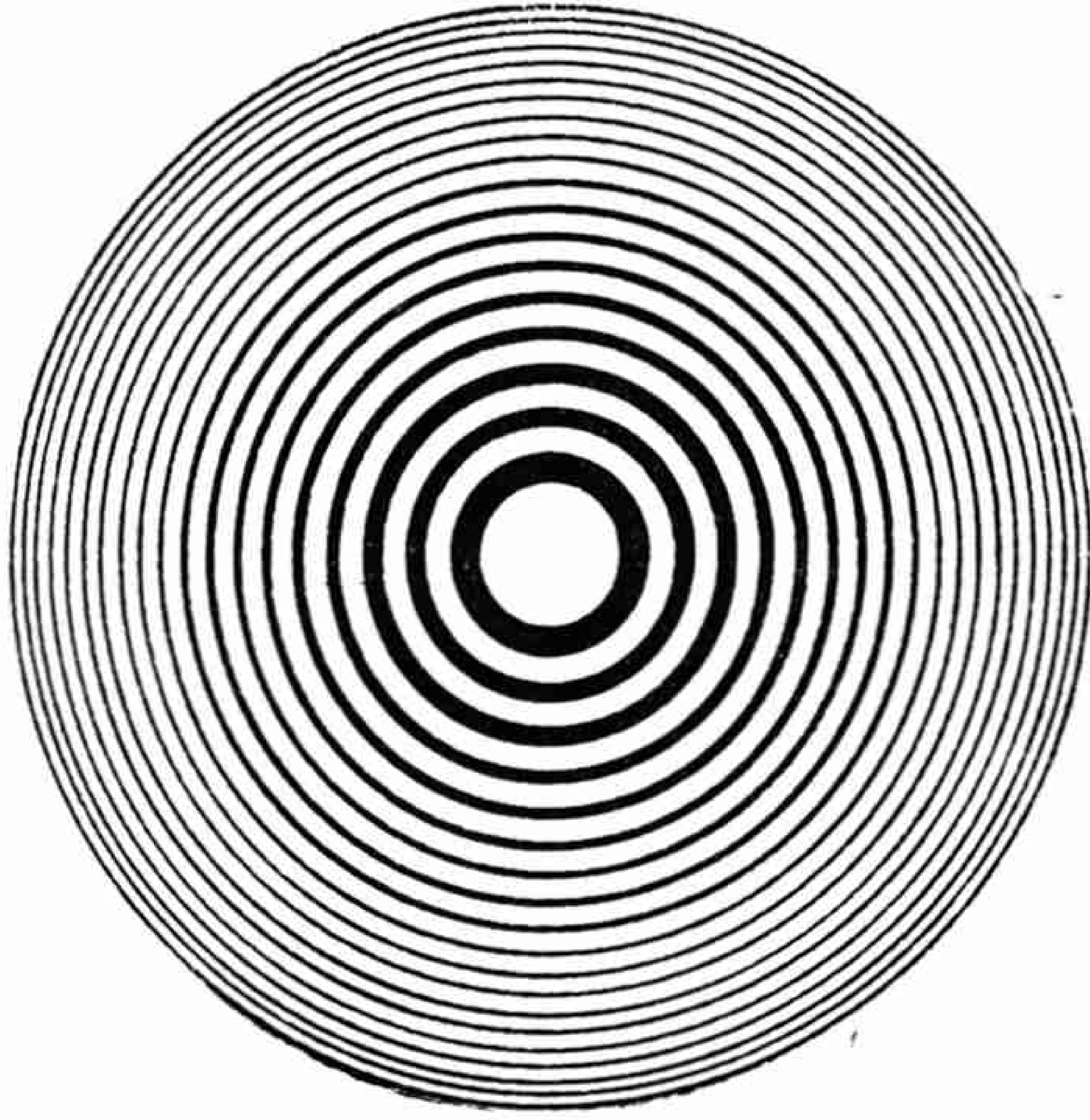
కాంతి క్రమబద్ధముగా పరావర్తనమొందును. ఈ సంఘటనకు 'క్రమబద్ధపరావర్తనము' అని పేరు. దర్పణముల చేతను, మెరుగు పెట్టబడిఉన్న నున్నని ధాతుతలముల వలనను జరుగుచున్న పరావర్తనము ఇందుకు ఉదాహరణములు. ఈ సంఘటనయందు పతనకాంతిలో ఎక్కువ మొత్తము పరావర్తితము అగును. గరుకుగ ఉండి తక్కువ మెరుగును కలిగివున్న కాగితములు, ధూళికణములు, లోహములువంటి వస్తువుల ఉపరితములచే పరావర్తితమైన కాంతి అన్నిదిశలకును వెదజల్లబడును. దానిని క్రమరహితపరావర్తనము అని పేర్కొందురు. 'పరిక్షేపణము' అని ఈ సంఘటనకు సాంకేతికనామము. ప్రకృతిలో స్వయంప్రకాశ రహితమైన వస్తువులను మనము చూడగలుగుచున్నది ఈ క్రమరహిత పరావర్తనమువలననే.

కాంతి పరావర్తనమునకు వర్తించు పై నియమములన్నియును శబ్ద, ఉష్ణతాది వికీర్ణములకుకూడ సమముగా వర్తించును. శబ్దతరంగములు పరావర్తన మొందుటవలననే ప్రతిధ్వనులు కలుగుచున్నవి. అ. వెం. సూ. రా.

**పరిధిఫలకము** (జోన్ ప్లేట్) : భూతఅద్దమునకు ఉన్నట్లు కాంతిని కేంద్రీకరించు శక్తి మామూలు గాజుపలకకు ఉండదు. కాని, ఒకపద్ధతిప్రకారము గాజుపలకకు ఈ శక్తిని కలిగించవచ్చును. ఈ పలకపై 1, 2, 3, 4, 5, 6 మొదలుగాగల మామూలు అంకెల వర్గమూలముల నిష్పత్తి $(1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{4} : \sqrt{5} : \sqrt{6} : \sqrt{7} : \sqrt{8})$ లో వ్యాసములుగల ఏకకేంద్ర వృత్తములు గీయవలెను. తరువాత ఆ గీతల మధ్య స్థలములకు ఒకదానిని విడిచి ఒకటి చొప్పున నల్లరంగు వేయవలెను. అప్పుడు ఆ గాజుపలకకు కాంతిని కేంద్రీకరించు లక్షణము అబ్బును.

మొదటి వృత్తముయొక్క వ్యాసార్ధము ఒక అంగుళమయిన ఆ పరిధి ఫలకమునుండి కాంతి కేంద్రమునకు దూరము 300 గజములు ఉండును. కాంతి కేంద్రీకృత

మయిన బిందువునుండి పరిధి ఫలకమునకు గల దూరము తక్కువ కావలెననిన ఈ వృత్తములు, వ్యాసములు, చాల తక్కువగ ఉండవలెను. ఇంత చిన్న వృత్తములను సరిగా గీయుట కష్టము. వాటిలో జాగ్రత్తగా నల్లరంగు పూయుట, మరియును కష్టమైనపని. అందుచేత, ఈ వృత్తములను ముందుగ ఒక కాగితముమీద పెద్దవిగనే గీసి,



పరిధిఫలకము

వృత్తముల మధ్యస్థలములలో ఒకటివిడిచి ఒకటి నల్లసిరా పూసి, ఇటుల తయారుచేసిన బొమ్మను ఎంత చిన్నది కావలెననిన అంత చిన్నదిగా ఫోటో తీయుదురు. జాగ్రత్తగా తయారుచేసిన ఆ ఫోటో పలకయే పరిధిఫలకముగా పనిచేయును. ఈ ఫలకము బాగుగా పని చేయవలెననిన దానిపై రెండు, మూడు వందల వలయములు గీయబడి ఉండవలెను. తయారైన ఫలకము చూపుకు న్యూటన్ వలయసముదాయమువలె కన్పట్టును.

రెండు పరిధిఫలకములను ఉపయోగించి దూరదర్శనిని తయారుచేయవచ్చును. సి. రా. శా.

**పరిపూరకతా సూత్రము** : పరస్పర వ్యావర్తకములగు కణ, తరంగ ధర్మములను ఎలక్ట్రాన్‌కు ఆరోపించవలసి వచ్చిన సందర్భములో కన్పట్టు శాస్త్రార్థ విసంవాదమును కొంతవరకైన తొలగించుటకై 'పరిపూరకతా సూత్రము' అను పేర ఒక అపూర్వ దార్శనిక కల్పనను భౌతిక శాస్త్రరంగమున బోర్ ప్రవేశపెట్టెను. ఎలక్ట్రాన్ వంటి వస్తువుయొక్క ధర్మములను నిరూపించుటలో కణ, తరంగదృక్పథముల రెండింటిని చేపట్టవలెనను భావముతో మొదలిడి ఇట్టి పరస్పర భిన్న ప్రతికృతులను ఎట్లు విసంవాద రహితముగ మేళవింపవచ్చునో ఆ విధానమును బోర్ అన్వేషించ యత్నించెను. క్రియాకణభావ స్వీకార ప్రత్యక్షఫలములగు అనిశ్చయతా సంబంధముల దృష్టిలో ఈ రెండు ప్రతికృతులును ప్రత్యక్షముగా పరస్పర వ్యావర్తకములు కావన్న పర్యవసానమునకు ఆతడు చేరగల్గెను. (చూ. అనిశ్చయతాసూత్రము - పు. 139). ఈ భావధోరణిని అనుసరించిన బోర్ దృష్టిలో కణ, తరంగ రూపములు రెండును స్థూలదృష్టికి పరస్పర వ్యావర్తకములు ఐనను, అవి ఏనాడును పరస్పర వైరుధ్యమును ప్రకటించవు. ఏలన ఈ రూపములు రెండును ఏకకాలమందు ఉనికిని గ్రహించవు. కణ, తరంగ ప్రతికృతులమధ్య పోరాటమును మనము ఎప్పుడును అపేక్షించుచునే ఉందుము. కాని, ఆ పోరాటము ఎన్నడును సంభవించదు. పోరాటమునకు ఇద్దరు ప్రతిస్పర్థుల సమ్మేళనము ఆవశ్యకము కదా! కాని, ఎలక్ట్రాన్ విషయమై, ఈ ఇద్దరిలో ఒకరే ఒక కాలమున ఉండుట తటస్థించును. ఎలక్ట్రాన్ భౌతికశాస్త్ర సృష్టములగు ఇతర ప్రాథమిక వస్తువులవలె రెండు పరస్పరాసంగత రూపముల కల్గిఉండును. కాని, ఆయా వస్తువుల ధర్మములను సమగ్రముగ వివరించుటకు ఈ రెండు రూపములను ఒకదాని తరువాత ఒకటి మనము ఉపయోగింపవలసి ఉండును. ఆ రూపములు ఒక నాణెపు రెండు ముఖములవంటివి. ఈ రెండిటిని మనము ఒకేసరి వీక్షించలేము. ఆ నాణెపు స్వభావమును సమగ్రముగ గ్రహించవలెననినచో ఈ రెండు ముఖములను ఒకదాని తర్వాత ఇంకొకదానిని వీక్షించవలెను. ఈ రూప ద్వయమునకు పరిపూరక రూపములుఅని బోర్ పేరిడెను. ఇట్లు పేరుంచుటలో అతని ఊహ ఇది. ఈ రూపములు ఒక వైపున పరస్పర వ్యావర్తకములయ్యును, ఇంకొక వైపున పరస్పర పూరకములుగ ఆచరించును.

వాస్తవికముగ మనమొక భౌతికభావమును ఒకే ప్రతికృతి, లేదా ఒకే బౌద్ధికభావమును ఉపయోగించి వివరించుట సాధ్యమగునట్లు లేదు. దైనందికానుభవముచే ప్రేరితులమై, ఆ అనుభవ సామస్త్యమునుండి ఏవో కొన్ని అంశముల నిష్కర్షించి, వాటినుండిసరళీకరణ, పృథక్కరణ ప్రక్రియల సహాయమున కొన్ని సువ్యక్త భావములను, విస్పష్ట ప్రతికృతులను నిర్మించి, దృశ్యసంఘటనల వివరణకై వాటిని ఉపయోగింప యత్నింతుము. ఇట్టి సరళీకృత భావములే నియతస్థాన గ్రాహియగు ఎలక్ట్రాన్, ఏకవర్ణ ఘటిక కాంతితరంగము, పూర్ణవాయువు మొదలైనవి. కాని ఈ కాల్పనిక, బుద్ధికల్పిత సరళీకృత భావములు యథార్థ సత్యప్రాపకములు కావు. అందువలన ప్రకృతి యాథార్థ్య సంకులతను నిరూపించుటకు మనము ఒకదాని తర్వాత ఒకటిగ, రెండుగాని, అంతకన్న

ఎక్కువగాని కల్పిత భావములను ఒకే వస్తువుయొక్క ధర్మనిరూపణకు ఉపయోగింపవలసి వచ్చును.

ఈ పరిపూరకతా సూత్రము భౌతికశాస్త్రమందు నేడొక ఉపపన్నతర దార్శనిక భావముగ పరిణమించినది. ఇది భౌతికశాస్త్రమునకు వెలుపలగూడ ఉపయోగార్హమని బోర్ నిరూపించగల్గెను.

జీవశాస్త్రమందు జీవకణ ప్రవృత్తిని వర్ణించుటకు కేవల భౌతిక రాసాయనిక దృక్పథము సమర్థముకాలేదు. ప్రాణవృత్తి ప్రయోజకమగు జీవతత్త్వ దృక్పథమును కూడ పూరకముగ గ్రహించినపుడు జీవకణ ప్రవృత్తి సుబోధమగును.

కాని ప్రకృతిదృశ్యావబోధనకై మనము గ్రహించిన సరళీకరణ, పృథక్కరణ వ్యాపారముల ఫలముగ మన భావములు 'పరిపూర్ణత' వైపు మ్రొగ్గుకొలది, దృశ్య ప్రపంచ యథాస్థితివర్ణనకు అవి దూరీకృతోపయోగములు అగుచున్నవి. 'దేనిని నేను విశదముగ, పరిస్ఫుటముగ తెలిసికొందునో అదియే సత్యమని గ్రహింతును'. అను డేకార్ట్ నుడికి విరుద్ధముగ ఈ పరిస్ఫుట, విస్పష్ట భావముల కన్న మనల భ్రాంతుల కావించునది ఇంకొకటిలేదని, క్వాంటం సిద్ధాంతరచనామూలములగు ప్రయోగ ప్రక్రియలు నిరూపించుచున్నవి. పైన సూచించబడినవియేగాక బుద్ధికల్పిత ప్రపంచమునందుఅనేక సందర్భముల మనకు పరిపూరకతా సూత్రము తారసిల్లును. విజ్ఞానము, దర్శనము, నీతి తుదకు విశాలజీవితము ఈ క్షేత్రములన్నిట ఇది మనల వెంటాడుచుండును.

ఇందుకు కొన్ని దృష్టాంతములు

| | | |
|---|---|---|
| భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమందు | ఎలక్ట్రాన్ స్థానము | ఎలక్ట్రాన్ గతిభారము |
| భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమందు | శక్తి ఎలక్ట్రాన్ది | కాలము, శక్తిని కొలుచు సమయమున |
| భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమందు | ద్రవ్యము యొక్క తరంగ రూపమును గుర్తించుటకు చేసిన ప్రయోగము. | ద్రవ్యముయొక్క కణ రూపమును గుర్తించుటకు కావించిన ప్రయోగము, |
| సాంకేతిక ప్రపంచము | సమాచార ప్రాపణ కొరకు శబ్దముయొక్క ఉపయోగము. | శబ్దముయొక్క విశ్లేషణాత్మక అర్థవిచారము |
| విశాలప్రపంచము | సహచరప్రేమ | సర్వమానవప్రేమ |
| విశాలప్రపంచము | స్వార్థము | పరార్థము |
| మనస్తత్త్వశాస్త్రము | సంకల్పస్వేచ్ఛ | నిశ్చితత |

ప్రపంచ సూక్ష్మ సంస్థానము వాస్తవికముగ ఎట్టిది అయినను, అది కణ, తరంగ ఘటితముకాదు. తరంగ దృష్టితో చూచిన తరంగమయముగ కన్పట్టును. కణ రూపము అజ్ఞాతమై ఉండును. 'కణమా'అని ప్రశ్నించినపుడు అది కణమువలె కన్పట్టును, తరంగరూపమవిదితమై ఉండును. తరంగ 'రూపమా' అని ప్రశ్నించినపుడు కణరూపమును తెరచాటునకు తరలించునది ప్రకృతికాదు, మన ప్రశ్నయే కణ, తరంగ భిన్నరూపమగు ఎలక్ట్రాన్‌నకు అసహజ తరంగాకృతినిగాని లేదా కణాకృతినిగాని బలాత్కారముగ అంటగట్టుచున్నది. నిజమునకు యథార్థ వర్ణనకై మనము ఉపయోగించు కణ, తరంగ ప్రతికృతులు ఎలక్ట్రాన్‌ను వర్ణించవు. దానిగురించిన మన జ్ఞానమునే అవి వర్ణించును. మే. వ. న.

**పరిమళతైలములు :** పరిమళతైలములను 'ఎస్సన్షియల్ ఆయిల్స్' అనివ్యవహరింతురు. పరిమళతైలశబ్దమునకు పూర్ణశాస్త్రీయనిర్వచనమును ఇచ్చుట కష్టసాధ్యము. కాని మామూలుగా సువాసనగలిగి నీటిలో కరుగక కేవలము వృక్షములనుండి లభించు ద్రవ్యములను అవి ఘనములైనను పరిమళతైలములు అనవచ్చును. ఇవి రాసాయనిక వియోగమును చెందకుండ బాష్పస్థితిని పొందును. బట్టమీదకాని, కాగితముపైగాని పడినపుడు మామూలు నూనెలవలె మరకగట్టవు. గాలిలో సులభముగా చిక్కనై బంకలు సాగును. అందువలన వీటిని గాలి సోకకుండ ఉంచవలెను.

ఇవి చెట్టుయొక్క జీవనప్రక్రియలో విడివడు ద్రవ్యములు. వీటికిని, వృక్షజీవమునకును గల సంబంధము ఇంకను సరిగా తెలియలేదు. పువ్వులనుండి లభ్యమగునవి ప్రశస్త్యతమమైన పరిమళతైలములు. పువ్వుల సౌగంధ్యము ఈ పరిమళ తైలములనుండి జనించునదియే. ఈ తైలము ఒకప్పుడు రోజాపూవులందువలె పూవురేకులందు విడిగా ఉండవచ్చును. లేదా మల్లిపూవులందువలె గ్లూకోసైడ్ యౌగికరూపమున ఉండవచ్చును. అనుకూలపరిస్థితులలో ఈగ్లూకోసైడ్‌నుండి ఆ పువ్వులయందే ఉండు ఎన్‌జైమ్ ప్రభావమున బాష్పశీలమగు పరిమళతైలము గాలిలోనికి విడుదలఅగును. కాని, పరిమళతైలములకు ఒక్కపువ్వులే పుట్టుచోట్లు కావు.

పరిమళతైలములు దొరకుచోట్లు

| పుట్టుచోట్లు | ద్రవ్యములవివరము |
|---|---|
| పువ్వులు | మల్లి, గులాబీ, సంపెంగ మొదలైనవి. |
| పువ్వులు, ఆకులు | లవండరు, పెప్పరిమెంటు, పుదీనా. |
| మొగ్గలు. | లవంగాలు. |
| ఆకులు, రెమ్మలు | దాల్చిని, పచౌళి, యూకలిప్టస్, దమనం, మరువం. |
| పట్ట | దాల్చిని. |

పరిమళతైలములు దొరకుచోట్లు

| పుట్టుచోట్లు | ద్రవ్యముల వివరము |
|---|---|
| కర్ర | సీడర్ (దేవదారు), చందనము, అగరు. |
| వేళ్లు | వట్టివేరు, కురివేరు. |
| దుంపలు | అల్లము. |
| పండ్లు | నిమ్మ, దబ్బ, నారింజ, బెర్గమట్ నారింజ. |
| గింజలు | చేదుబాదం, జాజికాయ, ఏలకులు, సోపు. |
| బంకలు లేదా జిగురులు | సాంబ్రాణి, బాలింతబ్రోలు, టర్పెంటీన్. |

పరిమళతైలములన్నియు ఏకజాతీయద్రవ్యములుకావు. వాటిలో భిన్నరాసాయనిక ధర్మములుగల ద్రవ్యములు కలిసి ఉండును. చాలపట్ల రాసాయనికశాస్త్రము పరిమళద్రవ్యములలో ఉండు ప్రధానద్రవ్యముల యొక్క రాసాయనిక సంఘట్టనను గుర్తించగలిగినది.

రాసాయనిక సంఘట్టనము : పరిమళద్రవ్యముల రాసాయనిక సంఘట్టనము చాలవరకు తెలిసినది. వాటిలో ఘటకములుగా క్రింది యౌగికములు ఉండవచ్చును.

హైడ్రోకార్బన్‌లు : స్టోరాక్స్‌లో స్టైరోలీన్, టర్పెంటీన్‌లో పైనీన్, నిమ్మనూనెలో లిమొనీన్.

ఆల్కహాల్‌లు : (a) ఋజుశ్రృంఖలములు : లవండరులో లినలూల్ ; గులాబిఅత్తరులో జిరేనియాల్ (b) టెర్పీన్ ఆల్కహాల్‌లు: పచ్చకర్పూరములో బోర్నియోల్. (c) ఫీనోల్‌లు : పిప్పరిమెంటులో మెన్థాల్.

ఎస్టర్‌లు : వింటర్‌గ్రీన్ తైలములో మెథిల్ సాలిసిలేట్ ; నిమ్మగడ్డినూనెలో జిరేనిల్ ఆసిటేట్.

ఆల్డిహైడ్‌లు : నిమ్మగడ్డినూనెలో సిట్రాల్, నిమ్మనూనెలో సిట్రొనెల్లాల్.

కీటోన్‌లు : పిప్పరమెంటు తైలములో మెన్థోన్, కర్పూరవృక్షతైలములో కర్పూరము.

ఆక్సైడ్‌లు, లాక్టోజ్‌లు : సాసఫ్రాస్ తైలములో సాఫ్రోల్.

నైట్రోజన్, గంధక యౌగికములు : చేదు బాదం నూనెలో హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ ; ఆవనూనెలో ఎతిల్ ఐసోథయోసైనేట్.

పరిమళతైలములు ఉండు వస్తువుల నుండి ఆ తైలములను వేరుచేయుట చాల కష్టసాధ్యమైనపని. ఏలన ఒక పరిమళద్రవ్యముపట్ల ఉపయోగించుపద్ధతి ఇంకొకదానికి పనికిరాదు. అందువలన పరిమళతైలమును ముడిద్రవ్యముల నుండి వేరుచేయుటకు అనేకపద్ధతులు కల్పించబడినవి. వాటిని క్రింది విధమున వర్గీకరించవచ్చును :

స్రావపద్ధతి : ముడివస్తువును మూసినపాత్రలో నీటితో నిప్పువేడితోగాని, నీటిఆవిరివేడితోగాని మరగించి, ఆ వచ్చిన పరిమళ తైలబాష్ప, జలబాష్ప మిశ్రమును చల్లార్చి ద్రవీకరించుట; లేదా ముడిద్రవ్యములోనుండి మిక్కిలి వేడిగానున్న నీటిఆవిరిని పంపించి ఆబాష్ప మిశ్రమును శీతలీకరించి ద్రవీకరించుట. ఈ రెండు ప్రక్రియలలో లభ్యమగుద్రవమిశ్రమును కొంతసేపుఉండ నిచ్చినచో, పరిమళతైలము వేరై నీటిపై తేలుచుండును. నిప్పువేడితో స్రావమును జరిగించుట చాలప్రాచీనమైన పద్ధతి, కాని ఒకప్పుడు పాత్రలోని నీరు తగ్గియున్నప్పుడు లోనున్న ద్రవ్యము వేడికి కొంత మాడి తైలముయొక్క పరిమళము చెడును. నేటికిని గాజిపూర్‌లో గులాబిఅత్తరును తయారు చేయుటకు ఈ ప్రాచీనపద్ధతినే వాడుచున్నారు.

వేడిచేయుటకు నీటిఆవిరిని ఉపయోగించునపుడు, నీటిని వేరుగ బాయిలరులో మరగించి ఈ ఆవిరిని ముడిద్రవ్యముగల ఇంకొకపాత్రలోనికి పంపుదురు. ఇందు ఆ ముడిద్రవ్యము పాత్రలో అరలపై అమర్చబడి ఉండును. లేదా తీగ జాలుతోచేసిన పెట్టెలోనైనా ఈముడిద్రవ్యము ఉంచుదురు. కొన్ని వస్తువులవిషయములో స్రావమునకై ఉపయోగించిననీరు పరిమళతైలమును కొంతవరకు తనలో లీనము చేసికొనును. ఈ నీటిని వేరుగా అమ్ముదురు; పన్నీరు ఇటువంటిదే.

పిండుట : ఈపద్ధతి నిమ్మ, దబ్బ, నారింజజాతికి చెందిన పండ్లతొక్కలనుండి పరిమళతైలమును వేరుచేయుటకు ఉపయోగింతురు. సిసిలీదేశమందు స్పాంజిపద్ధతిని వాడుకచేతురు. పండ్లతొక్కలను నిలువుగాగాని, అడ్డముగాగాని కోసి కొంతసేపు నీటిలో నానబెట్టుదురు. తరువాత ఈ తొక్కలను స్పాంజిలతో గట్టిగా అదుముదురు. స్పాంజి ఆతొక్కలలోని నూనెను పీల్చుకొనును. తరువాత ఆ స్పాంజిలను పిండి తైలమును సేకరింతురు. నేడు ఈపనికి యంత్రములవాడుక ఎక్కువగా ఉన్నది. కొన్నియంత్రములు తొక్కలనుండియే నూనెను పిండుటకు పనికి వచ్చును. మరికొన్నిటిలో పండంతను పిండి ఆవచ్చిన పరిమళతైల, ఫలరస మిశ్రమునుండి సెంట్రిఫ్యూగల్ యంత్రముచే తైలమును వేరుచేయుదురు.

సారముతీయుట : స్రావపద్ధతిని ఉపయోగించినచో నీటి ఆవిరి యొక్క ఎక్కువ తాపక్రమమువలన పరిమళద్రవ్యము బొత్తిగానశించుటయో, లేదా ఫలము కొంచెముగా లభించుటయో తటస్థించుపరిస్థితులలో ఈచెప్పబోవు

సారగ్రహణపద్ధతిని ఉపయోగింతురు. అన్నిజాతులపుష్పముల నుండి సారమునుతీయుటకు ఈ పద్ధతి ఇటీవలివరకు ఫ్రాన్స్ దేశమందు వాడుకలో ఉండెడిది. నేడు ఇది మల్లిపూవులు, ట్యూబ్‌రోజ్ పుష్పములు-వీటిసారమును తీయుటకే వాడబడు చున్నది. ఈ పద్ధతియందు పుష్పసారమును పీల్చుటకు క్రొవ్వుద్రవ్యములను వాడుదురు. రెండువైపుల, గొడ్డు క్రొవ్వుకలసిన పందిక్రొవ్వుపూయబడిన గాజుపలకలను కర్రఫ్రేములలో ఉంచి వాటిపై పుష్పములను పరచి, ఆ ఫ్రేములను ఒకదానిపై ఒకటి పేర్చుదురు. క్రొవ్వు పుష్ప సారమునంతను పీల్చుకొనుదాక కొన్ని గంటలు ఉంచిన తరువాత, పాతపుష్పములను తీసివేసి క్రొత్త పుష్పములతో ఫ్రేములను నింపుదురు. ఇట్లు క్రొవ్వుపొర పుష్పసారముతో సంతృప్తమగువరకు చేయుదురు. ఈ క్రొవ్వుసారమునకు 'పోమేడ్' అని పేరు.

ఇంకొకపద్ధతిలో ద్రవరూపమున వేడిగా (65° C) ఉన్న క్రొవ్వులలోగాని, లేదా నూనెలలోగాని పుష్పరేకులను, ముంచి ఉంచుదురు. వేడికి పుష్పములలో ఉండు జీవకణములు వచ్చి క్రొవ్వులో పరిమళతైలము లీనమగును. గులాబి వంటి పుష్పములసారమును ఈ పద్ధతినికూడ తీయుదురు; మల్లిపుష్పములకు ఈ పద్ధతి పనికిరాదు.

అతిసులభముగా ఆవిరిగా మారగలద్రవములను ఉపయోగించి నేడు అన్నిరకముల పుష్పములు, ఆకుల నుండి సారములను తీయుచున్నారు. గాలి చొరకుండ ఒక దానిపై ఇంకొకటి అమర్చిన డ్రమ్ములలో ముడిద్రవ్యము ఉంచి, అతిపరిశుద్ధమైన పెట్రోలియమ్ ఈథర్‌ను (క్వథ నాంకము 60°C) ఆ డ్రమ్ములలోనున్న ముడిద్రవ్యము గుండా మీదినుండి క్రిందికి జారనిత్తురు. అన్నిటికి క్రింద ఉన్న డ్రమ్మునుండి బయటికి వచ్చినసారముతో శూన్య ప్రేషములో ఒక యంత్రముచే స్వేదనక్రియ జరిపించినచో పరిమళతైలము స్వేదనపాత్రలో మిగిలి, తొలిని సార మును తీయుటకు ఉపయోగించిన ద్రవము సంగ్రహణ పాత్రలో చేరుకొనును. దీనిని మరల సారమును తీయుటకు వాడుదురు. ఒక స్వేదనపాత్రలో మిగిలిన పరిమళద్రవ్యము నందు (దీనికి 'కాంక్రీట్' లేదా కేవల పుష్పసారము అని పేరు). పరిమళ తైలముతోపాటు పుష్పములలోను, ఆకు లలోను ఉండు మైనములుకూడ ఈసారములో చేరి ఉండును. ఈ ద్రవ్యమును తరువాత గాఢమైన శుద్ధ మైన ఆల్కహాల్‌లోఉంచి యంత్రములచే 24 గంటలవరకు కుదుపుదురు. ఆల్కహాల్‌లో పరిమళ తైలము లీనమై అద్రావ్యమైన మైనము మిగిలి ఉండును. మైనమునుండి ద్రావణమును వడపోతవలన వేరుచేసి, మరల ఈ ఆల్కహాల్ ద్రావణమును శూన్యప్రేషమునందు స్వేదింతురు. ఈ ప్రక్రియలో ఆల్కహాల్ పైకిపోయి శుద్ధమైన పరిమళ తైలము మిగిలి ఉండును. కేవలముగా శుద్ధముగ నుండు ఈ పరిమళతైలము చాల ఖరీదుగలదిగా ఉండును.

పరిమళద్రవ్యముల ప్రస్తావనలో జంతుజములగుద్రవ్య ముల విషయముకూడ కొంచెము పేర్కొనవలసి ఉండును. జంతుజపరిమళ ద్రవ్యములలో కస్తూరి, అంబర్‌గ్రేస్ ముఖ్యములైనవి. వీటిని విడిగాగాక తక్కిన పరిమళ ద్రవ్యములకు వైలక్షణ్యమును, విస్తృతిని చేకూర్చుటకై ఉపయోగింతురు. వీటిలో కస్తూరి, మొగకస్తూరి మృగము యొక్క లింగాగ్రచర్మమునందు ఉండు గ్రంథులలో ఉండును. ప్రశస్తమైన కస్తూరి ఇండియాకు టిబెట్టునుండి దిగుమతి అగుచున్నది.

రెండవదిఅగు అంబర్ స్పెర్మ్‌తిమింగలము యొక్క ప్రేగులలో అజీర్ణరోగఫలితముగా ఏర్పడు రాయివంటి ద్రవ్యము. దీనిని తిమింగలపుకడుపును కోసి తీయుదురు. ఒకప్పుడు తిమింగలముకడుపునుండి ఈ ద్రవ్యము పైకి వచ్చి సముద్రమునుండి ఒడ్డునకు కొట్టుకొనివచ్చును. అది ఎవరికిదొరికిన వానిని అదృష్టదేవత వరించును. ఒక మారు అట్లు లభ్యమైన అంబర్ ముద్ద 248 పౌనులు బరువు గలది. దీనిఖరీదు సుమారు 2 లక్షలరూపాయలని అంచనా వేయబడినది. తరువాత చెప్పవలసిన జంతుజపరిమళ ద్రవ్య ములు పునుగు, జవ్వాదియును. ఈ రెండును పిల్లిజాతికి చెందిన అటవీమృగములనుండి లభ్యమగును.

కృత్రిమ పరిమళద్రవ్యములు: ఇవి వాస్తవముగా పండ్లనుండి గ్రహించబడినసారములు కావు. ఇవి ముఖ్య ముగా ఆలిఫాటిక్ ఆసిడ్‌ల యొక్క ఎస్టర్‌లు (చూ. ఎస్టర్‌లు - పు. 232) వీటిని చక్కెరకేళీలు అనబడు మిఠాయిబిళ్లలను చేయుటకు వాడుదురు. ఇవి కృత్రిమ ముగా తయారుచేయబడినవి.

త్రైమాల్: ఇది వాములోఉన్న పరిమళ ద్రవ్యము. రాసాయనికముగా ఇది ఒక డైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్ (చూ. పు. 190). దీనికి సూక్ష్మక్రిమిఘ్నగుణము ఉండుటచే టూత్‌పేస్టులలోను, మౌత్‌వాష్‌లలోను వాడుదురు.

మెన్తాల్: ఇది పిప్పరిమెంటు (పుదీనా) మొక్కనుండి తీయబడినసారము. అమృతాంజనము మొదలగు నొప్పుల మందులలోను, జీర్ణకారిమందులలోను వాడుదురు.

కర్పూరము: ఇది ఇండియాయందు మిక్కిలి ప్రఖ్యాతి గాంచిన పరిమళద్రవ్యము. ఇది కర్పూరపుచెట్టు యొక్క ఆకులనుండి, కర్రలనుండి, బాష్పస్వేదనచేత తయారగు

చున్నది. దీనికే 'జపాన్‌కర్పూర'మని పేరు. ఫార్మోసా ద్వీపములో దీని సాగు మెండుగా ఉన్నది.

పచ్చకర్పూరము: పైదానిని ఆక్సీహరించిన ఇది లభ్యమగును. దానికన్న ఇది ఎక్కువవిలువ గలిగినది.

టర్పెంటీన్‌తైలము: ఇది పైన్ వృక్షముల బంకను స్వేదించుటవలన లభ్యమగు పరిమళతైలము, మెన్తీన్‌లు, లేదా పాలీమీథేన్‌ల జాతికిచెందిన మిశ్రమము. దీనికి కర్పూరతైలము అని వాడుకపేరు కలదు.

నీలగిరితైలము (యూకలిప్టస్‌తైలము): యూకలిప్టస్ చెట్టుయొక్క ఆకులను జలబాష్పముతో స్వేదించుటచే తయారగును. యూకలిప్టాల్ అను ఆల్కహాల్ ఇందలి ప్రధానపరిమళద్రవ్యము. వి. వి. కె. శాస్త్రి.

**పరిమాణవిధానము:** భౌతికశాస్త్రము ముఖ్యముగా పరిమాణాత్మకమైన శాస్త్రము. ఈభౌతికశాస్త్రమందలి వివిధరాశులనుగురించి సంపూర్తిగ తెలిసికొనుటకు సరియైనకొలతలు అవసరము. సరియైన పరిమాణాత్మక జ్ఞానము సరియైన కొలతల వలననే లభించును.

ఒకభౌతికరాశిని కొలుచుటకు ఒక ప్రమాణము అవసరము. భౌతికరాశులలో పొడవు, బరువు, కాలము ముఖ్యమైనవి. ఈరాశులను కొలుచుటకు ఉపయోగించు ప్రమాణములను మూలప్రమాణములు అందురు. ఇవిగాక; చాలమంది శాస్త్రజ్ఞులు పారవిద్యుతికస్థిరాంకము 'K', పారచుంబకతస్థిరాంకము 'M' అను విద్యుత్ప్రమాణము, అయస్కాంతప్రమాణమును రెంటినికూడ పై మూడింటితో కలిపి మొత్తము మూలప్రమాణములసంఖ్య అయిదుగా నిర్ణయించిరి.

ప్రపంచమందంతట వాడుకలో ఉన్న మానవిధానములు రెండు: ఒకటి బ్రిటిష్‌విధానము, రెండవది మెట్రిక్ (ఫ్రెంచ్) విధానము. మొదటిదానిలో అడుగు (పొడవునకు), పౌను (బరువునకు), సెకను (కాలమునకు) ప్రమాణయూనిట్‌లు. రెండవదానిలో సెంటీమీటరు (పొడవునకు), గ్రాము (బరువునకు); సెకను (కాలమునకు) ప్రమాణయూనిట్‌లు. ఈరెంటిలోను బ్రిటిష్‌విధానము చాలపురాతనమైనప్పటికి మెట్రిక్ విధానము దాని దశాంశసంబంధము వలన ఆచరణకు బ్రిటిష్‌విధానముకంటె చాల సదుపాయమైనది (చూ. మెట్రిక్ పద్ధతి).

పొడవు, ద్రవ్యరాశి, కాలము అను ఈ మూడు రాశుల ప్రమాణములను నిర్ణయించినతరువాత తక్కినరాశుల ప్రమాణములను మూలప్రమాణములవలనగాని, వాటి పలురకముల కలయికలవలనగాని ఏర్పరచవచ్చును. ఇట్లు ఏర్పడిన ప్రమాణములను ఉత్పన్నప్రమాణములు అందురు.

ఉదాహరణ - మెట్రిక్ పద్ధతియందు వైశాల్యమునకు ప్రమాణము చదరపుసెంటీమీటరు. ఘనప్రమాణమునకు ఘనసెంటీమీటరు. వేగమునకు ప్రమాణము సెకను కొక సెంటీమీటరు.

3 సెంటీమీటరులు పొడవు, 2 సెంటీమీటరులు వెడల్పు గల దీర్ఘచతురస్రపు వైశాల్యము 3 సెం. × 2 సెం. = 6 సెం.$^2$ లేదా 6 చదరపు సెంటీమీటరులు. ఇట్లే 4 సెంటీమీటరులు పొడవు, 3 సెంటీమీటరులు వెడల్పు, 2 సెంటీమీటరులు ఎత్తుగల దీర్ఘఘనచతురస్రపు ఘనపరిమాణము (ఆయతనము) 4 సెం. × 3సెం. × 2సెం. = 24సెం.$^3$ లేదా 24 ఘనసెంటీమీటరులు. కనుక, వైశాల్యములో పొడవుప్రమాణము 2వ ఘాతముతోను, ఘనపరిమాణములో 3వ ఘాతముతోను కనబడుచున్నది. పొడవుప్రమాణము L చేత సూచించినచో వైశాల్యము $L^2$ గాను, ఘనపరిమాణము $L^3$ గాను తెలుపవచ్చును. $L^2$ లోని 2, $L^3$ లోని 3 ఘాతములు క్రమముగా వైశాల్య, ఆయతన పరిమాణములు.

ఈవిధముగనే ద్రవ్యరాశిప్రమాణమును M చేతను, కాలము ప్రమాణము T చేతను సూచించినచో వేగమునకు పరిమాణసూత్రము $L/T$, త్వరణకు $L/T^2$, సాంద్రతకు $M/L^3$, బలమునకు $ML/T^2$ అగును. దీనినిబట్టి ఉత్పన్నప్రమాణముల పరిమాణసూత్రములను ఏప్రత్యేక విధానముమీద ఆధారపడ నక్కరలేకుండా తెలుపవచ్చును.

సంఖ్యలు, నిష్పత్తులు, కోణములు, స్థిరరాశులు; ఇవి పరిమాణములేనివి. పరిమాణసూత్రములవలన ఏభౌతికరాశినిగాని పైని సూచించినరీతిని సులభముగ అర్థమగునట్లు వ్రాయవచ్చును.

ఒకభౌతికరాశిని వ్యక్తీకరించు సమాసము, కొన్ని రాశుల మధ్యగల పరస్పరసంబంధమును తెలుపు ఒకసమీకరణము సరియైనది అగునా, కాదా అని తెలుసుకొనుటకు ఈ పరిమాణసూత్రము భౌతికసిద్ధాంతమందు చాలఉపయోగము. సమీకరణమునకు రెండువైపుల ఉండు భౌతికరాశుల పరిమాణములు ఒక్కరకము మూలప్రమాణమునకు చెందినవిగాను, ఒకేఘాతము కలవిగాను ఉండినచో ఆ రాశులను తెలుపు సమీకరణము సరియైనదని చెప్పవచ్చును. పై విషయము క్రింది ఉదాహరణవలన స్పష్టమగును.

ఒకకణము 'u' వేగముతో ప్రారంభించి 'a' త్వరణముతో చలించుచున్నప్పుడు 't' సెకనుల కాలములో చలించుదూరము 'S' ను క్రింది సమీకరణము తెలియజేయును:

$$S = L = ut + \tfrac{1}{2}at^2 \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

ఈ సమీకరణములో కుడివైపు మొదటిపదము u, t ల లబ్ధము :

పరిమాణసూత్రప్రకారము $u = \frac{L}{t}$

$$u \times t = \frac{L}{t} \times t = L$$

అట్లే రెండవపదము $\frac{1}{2}at^2$ లో

$$a = \frac{L}{t^2} \times t^2 \left(\text{త్వరణ } (a) = \frac{L}{t^2}\right)$$

కాబట్టి, కుడివైపురాశియొక్క పరిమాణసూత్రము —

$$\frac{L}{t} \times t + \frac{1}{2}\,\frac{L}{t^2} \times t^2 = L + L \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

పైనిచెప్పినట్లు $\frac{1}{2}$ కు పరిమాణము లేదు ; దీనినిబట్టి సమీకరణము రెండువైపుల ఉండు మూలప్రమాణముల ఘాతములు ($L^1$) సమానము. కనుక, సమీకరణము (1) సరియైనది. లోలకప్రకంపనకాలము($t$)కు దానిపొడవు ($L$) కు గల సంబంధమును $t = 2\pi\sqrt{L/g}$ సమీకరణము సూచించును. $t$ ప. సూ. T ; L ప. సూ. L ; g గురుత్వజన్యత్వరణ ప.సూ $L/T^2$; $2\pi$ స్థిరరాశి, పరిమాణరహితమైనది. కాబట్టి, $T = \sqrt{\frac{L}{L/T^2}} = \sqrt{T^2} = T$ దీనినిబట్టి సమీకరణము సరియైనదని స్పష్టమైనది.

భౌతికరాశులయొక్క పరస్పరసంబంధము నిరూపించు ఏ సమీకరణమునైనను పరిమాణసూత్రములసహాయమున ఉత్పాదింపవచ్చును. ఉదా : $n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{f}{m}}$ సమీకరణము బిగువైన తంత్రిని మీటినప్పుడు ఆ తీగప్రకంపనపౌనఃపున్యము 'n' ప్రకంపించుతంత్రిపొడవు '$l$' మీదను, దానిబిగువు 'f' మీదను, దైర్ఘ్యసాంద్రత 'm' మీదను ఆధారపడిఉన్నవని ప్రయోగఫలితములు సూచించుచున్నవి. వీటన్నిటిసంబంధమును తెలుపు పౌనఃపున్యపు సమాసము సమీకరణరూపమున సంపాదించుటకు పరిమాణసూత్రము క్రిందివిధముగా తోడ్పడును. $l^x f^y m^z = n$ అను కొందము, సమీకరణమునకు ఎడమవైపుపౌనఃపున్యమునకు ప. సూ. $\frac{1}{T}$; కుడివైపున పొడవు (ప. సూ:) L ; బిగువు (ప. సూ) $\frac{ML}{T^2}$; దైర్ఘ్యసాంద్రత (ప. సూ) $\frac{M}{L}$; అందువలన పై సమీకరణమును పరిమాణసూత్రములసహాయమున

$$\frac{1}{T} = L^x\left(\frac{ML}{T^2}\right)^y\left(\frac{M}{L}\right)^z$$ అని వ్రాయవచ్చును.

పై పరిమాణసమీకరణములలో,

$$\frac{1}{T} = L^{x+y+z} M^{y+z} T^{-2y} \text{ లేదా } T^{-1} = L^{x+y+z} M^{y+z} T^{-2y}$$

సమీకరణమునకు ఇరువైపుల ఉండు సజాతిమూల ప్రమాణముల ఘాతములను సరిపోల్చిచూచిన :

$$-2Y = -1 ; X + Y - Z = 0 ; Y + Z = 0 ;$$

$$\therefore X = -1; Y = \frac{1}{2}; Z = -\frac{1}{2}; \text{ కాబట్టి } n = \frac{1}{l}\sqrt{\frac{f}{m}}$$

ఈ సమీకరణమునందు స్థిరరాశి అయిన ఒకలబ్ధమూలముకూడ ఉండవచ్చును. దానిని R అనబడు అచలరాశిద్వారా నిర్దేశింపవచ్చును. అప్పుడు ఈ సమీకరణము $n = R\frac{1}{l}\sqrt{\frac{f}{m}}$ అగును. R విలువ $\frac{1}{2}$ అని కనుకొనుటకు పరిమాణసూత్రములు ఉపయోగించవు. ప్రయోగసహాయము దానికి ఆవశ్యకము.

భౌతికరాశుల పరిమాణము భౌతికరాశులను కొలుచు ఏ ప్రత్యేకవిధానముపై ఆధారపడిఉండదని చెప్పబడినది. పరిమాణసూత్రముల ఈ లక్షణము భౌతికరాశులను ఒక విధానమునుంచి మరియొకవిధానమునకు సులభముగా మార్చుటకు ఉపయోగించును. ఉదా : బ్రిటిష్‌పద్ధతిలో బలమునకు ప్రమాణము ఒకపౌండల్. మెట్రిక్‌పద్ధతిలో ఒకడైన్. 100 పౌండల్‌లు ఎన్నిడైన్‌లకు సమానమగునో సులభముగా క్రిందివిధమున తెలిసికొనవచ్చును.

ప. సూ $\frac{ML}{T^2}$. 100 పౌండల్‌లు X డైన్‌లకు సమానము అనుకొనిన, 100 ($MLT^{-2}$) = X ($M_1L_1T_1^{-2}$) ఎడమవైపున MLT లు బ్రిటిష్‌పద్ధతిలోను, కుడివైపున $M_1L_1T_1$ లు మెట్రిక్ పద్ధతిలోను తెలుపబడినవి.

$$X = 100 \times \left(\frac{MLT^{-2}}{M_1L_1T_1^{-2}}\right)$$

1 పౌను = 453·6 గ్రాములు. 1 అడుగు = 30·48 సెంటీమీటరులు. రెండు విధానములలోను కాలప్రమాణము సెకను కనుక, ఈ సమాసములో M బదులు 453·6 గ్రాములు, L బదులు 30·48 సెంటీమీటరులు ఉంచి సూక్ష్మీకరించినచో X విలువ తెలియగలదు.

$$100 \times \left(\frac{453\cdot6}{1} \times \frac{30\cdot48}{1}\right) = 1\cdot382 \times 10^6 \text{ డైన్‌లు.}$$

$X = 1\cdot382 \times 10^6$ డైన్‌లు. ఎమ్. గౌ. శ.

**పరివర్తనము :** చూ. రేడియోధార్మికత.

**పాదరసము :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. సంకేతము Hg ; పరమాణ్వంకము 80; పరమాణుభారము

200.61; విశిష్టగురుత్వము 13.595; దీనిని ఇంగ్లీషులో 'మర్క్యూరీ' అందురు.

వ్యాప్తి: కొద్దిపాదరసము మూలద్రవ్యరూపమునను, వెండితో కలిసి ధాతుమిశ్ర రూపమునను ప్రకృతిలో దొరకును. దీని సల్ఫైడ్ యౌగికము ఇంగిలీకము ('సిన్నబార్') ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైనఖనిజము. ఇది ఒకప్పుడు నల్లగాను, ఒకప్పుడు ఎర్రగాను దొరకును. దీని వ్యవహారనామము రససింధూరము. ఇది స్పెయిన్, ఇటలీ, యునైటెడ్ స్టేట్స్, చీనా, జపాన్ దేశములందు లభ్యమగును.

ధాతుసాధన: సిన్నబార్‌ను ముక్కలుచేసి, నిలువుగా ఉన్నకొలిమిలో ఉంచి, గాలిని ప్రవేశపెట్టుచు కాల్చుదురు. ఇటుల కాల్చుటలో ఖనిజములోఉన్న గంధకము (సల్ఫర్) సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరించబడి బయటికిపోవును. పాదరసబాష్పమును విశాలమైన మట్టిపాత్రలలో ద్రవీకరింతురు.

ఇట్లు లభ్యమైన పాదరసమునందు జింకు,సీసము, బిస్మత్తు, అనునవి అపరిశుద్ధద్రవ్యములుగా ఉండును. దానిని మొదట మెత్తని కొండజింకతోలుతో వడియగట్టి అనేక పర్యాయములు సజలనైట్రిక్‌ఆసిడ్‌లోనికి ధారగా పంపి అపరిశుద్ధద్రవ్యములను వేరుచేయుదురు. తదుపరి తడి ఒత్తి నిర్వాతప్రదేశములో స్వేదనముచేసి అతిస్వచ్ఛమైన పాదరసమును తయారుచేయుదురు.

ధర్మములు: ఇది వెండివలె తళతళలాడుచు ద్రవరూపమున ఉండు ధాతువు. ఇది '$-39^{\circ}$' C తాపక్రమము యందు గడ్డకట్టుటయు, $357.3^{\circ}$ C తాపక్రమముయందు మరుగుటయు జరుగును. ఇది నీటికంటె 13.6 రెట్లు బరువైనది. ఇంతకంటె బరువైనద్రవమును కానము. దీనికి మామూలుగ గాలిలో కగ్గునట్టిస్వభావము లేదు. సలసలమరుగు పాదరసము ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి ఎర్రటి మర్క్యూరిక్ ఆక్సైడ్‌ను ఇచ్చును. నీరు, హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్ దీనిపై ఏ మార్పును కలిగించలేవు. వేడి సల్‌ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తో మర్క్యూరిక్ సల్ఫేట్, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో మర్క్యూరిక్‌నైట్రేట్ అను లవణములు ఏర్పడును. కాని పాదరసముతో చల్లటిజలయుత నైట్రిక్‌ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన మర్క్యూరస్ నైట్రేట్ లభ్యమగును. పాదరసము హేలొజన్‌లతోను, గంధకముతోను సూటిగ సంయోగము చెందుటవలన హేలైడ్‌లును, సల్ఫైడ్‌ను కలుగును. ఇనుము, ప్లాటినమ్‌ధాతువుల మినహా తక్కిన ధాతువులతో ఇది సమ్మిశ్రితమై రసమిశ్రము (అమాల్గమ్) లను ఇచ్చును.

ఉపయోగములు; శాస్త్రీయసాధనములైన భారమితి, తాపక్రమమాపకము మొదలయిన వానిని నిర్మాణమునకు, స్వచ్ఛవాయు సంగ్రహణమందును, విద్యుత్తు పరిశ్రమ లందును పాదరసము అత్యంత ఉపయుక్తమైనది. కాస్టిక్ సోడా, క్లోరీన్ తయారుచేయుటకు ఉపయోగించెడి కొన్ని రకముల విద్యుత్‌ఘటములందుకూడ పాదరసము విరివిగా వాడబడుచున్నది. అంతేగాక వెండిని బంగారమును వాని ఖనిజములనుండి తయారుచేయుటకు వాడబడు రసమిశ్ర విధానమునందుకూడ ఇది ముఖ్యద్రవ్యమే.

మర్క్యూరిక్ ఆక్సైడ్ (HgO): ఎరుపు, పసుపు రంగులుగల రెండు మర్క్యూరిక్ ఆక్సైడ్ రూపములు కలవు. అవి రెండును ఘనద్రవ్యములే. వీటి రంగులలోని వ్యత్యాసము వాటిసూక్ష్మవిభక్తస్థితియందు గల వ్యత్యాసమువలన కలిగినది.

మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్: దీనినే రసకర్పూరము లేదా కేలోమెల్ ($Hg_2Cl_2$) అందురు. భాండవ కర్పూరము అనబడు మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్‌ను రసముతోకలిపి ఆ మిశ్రమును వేడిచేసి ఉత్పతనమొనర్చిన రసకర్పూరము తయారగును. ఉత్పతితద్రవ్యమునంటి ఉండు భాండవ కర్పూరము విషమగుటచే నీటితో అనేకపర్యాయములు దానిని కడిగి వడపోసి శుద్ధపరతురు. రసకర్పూరము తెల్లటి రుచిలేనట్టి పొడి. నీటిలోగాని, జలయుత ఆమ్లములందుగాని కరుగదు. వేడిచేసినపుడు ఏమార్పు నందక ఉత్పతితమగును; అమోనియా చేర్చిన నల్లబడును. ద్రవరాజము అనబడు ద్రావకమిశ్రమమందు కరుగును. వైద్యమందు విరేచనకారిగా మోతాదుప్రకారము వాడుదురు.

మర్క్యూరిక్‌క్లోరైడ్: దీనిని భాండవకర్పూరము అందురు; ($HgCl_2$). మర్క్యూరిక్ సల్ఫేట్, ఉప్పు, మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ కలిపి బాగుగా వేడిచేసినపుడు భాండవ కర్పూరము ఏర్పడును. దానిని నీటినుండి స్ఫటికీకరించి స్వచ్ఛపరుతురు. అది తెల్లటి స్ఫటికాకారద్రవ్యము. నీరు, ఈథర్, ఆల్కహాల్‌లో ద్రావణమగును; అత్యంతవిషాక్తమైనది. దీని ద్రావణమును అమోనియాతో కలిపినపుడు తెల్లటి అవక్షేపము లభించును. దీనిద్రావణమునకు స్టానస్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కలిపినచో ఇది ఆక్సీహృతమై మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్‌గాని, మర్క్యూరీ (పాదరసము) గాని లభించును. ఇది చర్మశోధనకును, క్రిమిహరపదార్థముగ వైద్యమునందును ఉపయోగపడుచున్నది.

మర్క్యూరిక్ సల్ఫైడ్ (HgS): దీనిని సింధూరము, సిన్నబార్ అందురు.ఖనిజరూపమున సృష్టిలోదొరకుచున్నది. గంధకమును పాదరసముతో మర్దించినపుడుకూడ ఇది ఏర్ప

డును. గంధకముతోపాటు కొంచెము పొటాషియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమునుకూడ వాడుదురు. మరికొంత ద్రావణముతో కలిపి 45°C వరకు వేడిచేసిన నల్లటిరంగు పోయి ఎరుపు రంగు ద్రవ్యము ఏర్పడును. దానిని నీటితో బాగుగాకడిగి ఎండ బెట్టినపుడు మంచి ఎర్రని స్ఫటిక ద్రవ్యము లభించును. అది నీటిలోగాని, ఆమ్లములందుగాని ద్రావణము కాదు. ద్రవరాజమునందు కరుగును. ఆయుర్వేద వైద్యము నందు మకరధ్వజమనియు, రససింధూరమనియు, ఇంగిలీక మనియు ప్రఖ్యాతినందినది ఈ ద్రవ్యమే. పూతరంగులు తయారుచేయుటకు కూడ దీనిని ఉపయోగింతురు.

రసమిశ్రములు : అనేక ధాతువులు పాదరసమునందు కరగినపుడు ద్రవఘనరూపమిశ్రములు ఏర్పడును. సోడియమ్, అమోనియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, కాపర్, సిల్వర్, బంగారము, టిన్ ధాతువులతో రసమిశ్రములు ఏర్పడును. ఆక్సీహరణమునకు సోడియమ్ రసమిశ్రమును, అద్దములకు కళాయిపూతగా తగర మిశ్రమును ఉపయోగించెడివారు.

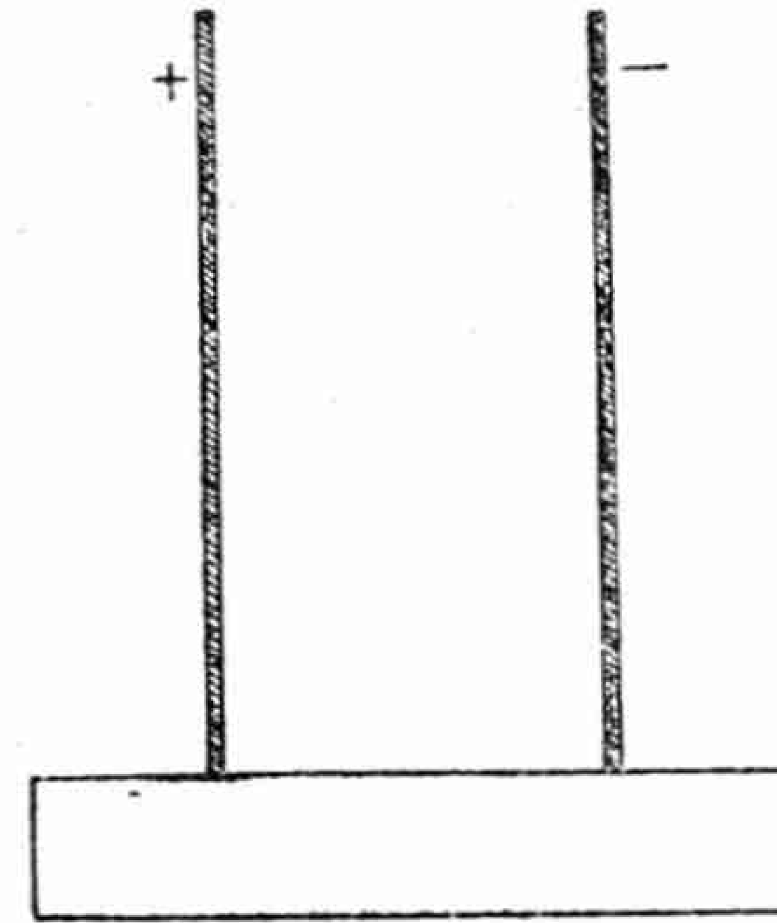
మర్క్యూరిక్ తయోసైనేట్ : దీనిని సాంకేతిక స్వరూపము $[Hg(CNS)_2]$ మర్క్యూరిక్ నైట్రేట్ ద్రావణమును పొటాసియమ్ తయోసైనేట్ ద్రావణముతో కలిపిన మర్క్యూరిక్ తయోసైనేట్ అను తెల్లని అవక్షేపముగా లభించును. దానిని చిన్నచిన్న కణికలుగా చేసి వెలిగించినపుడు ఏర్పడు బూడిద మెలికలుగల పామును పోలి ఉండును. అందుచే దీనిని దీపావళినాడు 'పాము మందు' గా వాడుదురు. పాముమందు మండిన తరువాత మిగిలెడు బూడిద విషాక్తమైనందున, దానిని వాడెడివారు పిల్లలు నోటవేసికొనకుండ జాగరూకత వహించవలెను; చూ. జింకువర్గము - పు. 344.

కె. ఎన్.

**పారఫిన్‌లు** : చూ. హైడ్రోకార్బన్‌లు.

**పారవిద్యుతికములు** (డైఎలక్ట్రిక్స్) : విద్యుదావేశముల ఆకర్షణనుగాని, అపకర్షణనుగాని, తనగుండ జరుగనిచ్చు ద్రవ్యమునకు 'పారవిద్యుతికము' అనిపేరు. గాజు అట్టి పారవిద్యుతికము. ఏలన, ఒకగాజుఫలకకు ఇటునటు ఉన్న విరుద్ధవిద్యుదావేశములు గాజుద్వారా పరస్పరము ఆకర్షించుకొనగలవు. అటులనే, వాటియందు ఉంచబడిన విద్యుదావేశముల పరస్పరఆకర్షణకార్యమునకు నూనె లేదా, నైట్రోజన్ ప్రతిబంధకములు గావు. అట్టి విద్యుత్‌నిరోధక ద్రవ్యములే పారవిద్యుతికములు. అట్టి ద్రవ్యములలో విద్యుత్ క్షేత్రము విద్యుత్ ప్రవాహమును నెలకొల్పలేకపోయినను, ఇతరమైన మార్పులను కొన్నిటిని కలుగచేయగలదు. పారవిద్యుతిక ద్రవ్యములగూర్చిన పరిశీలనలో అటువంటి మార్పులే పరిశోధన విషయములు అగును.

శూన్యమందు రెండు సమానవిరుద్ధవిద్యుదావేశములు స్థాపించగల విద్యుత్ క్షేత్రబలమునకు, అవే ఆవేశములు ఏదేనిద్రవ్యయానకమందు స్థాపించగల విద్యుత్ క్షేత్రబలమునకునుగల నిష్పత్తికి ఆద్రవ్యముయొక్క 'పారవిద్యుతిక స్థిరాంకము' అని పేరు. రెండు ధాతు రేకులను ఒకదానికొకటి తగులకుండ విద్యున్నిరోధక ద్రవ్యముపై నిలబెట్టి, వానిపై విద్యుత్ ప్రేషమును ప్రయోగించి, తీసివేసినచో వాటిమీద కొంత విద్యుదావేశము నిలిచిఉండును.



విద్యున్నిరోధకద్రవ్యముపై నిలబెట్టిన రెండుధాతురేకులు

వాటిమీద నిలువఉన్న విద్యుదావేశము ఆ ఏర్పాటుయొక్క విద్యుత్‌ధారణ సామర్థ్యమునుబట్టి ఉండును. ఆ రేకుల ఏర్పాటును 'విద్యుత్సంఘనకము' (కండెన్సర్) అందురు. ఒక విద్యుత్‌సంఘనక ఫలకములమధ్య ఏ ద్రవ్యము లేక శూన్యమైనపుడు అది ఒక నియతపరిమాణముగల విద్యుద్ధారణ సామర్థ్యమును కలిగిఉండును. అదే 'క' అను పారవిద్యుతిక స్థిరాంకముగల ద్రవ్యముతో నిండి ఉన్నపుడు (అనగా, పై ధాతు రేకుల మధ్యప్రదేశము ద్రవ్యముతో నిండి ఉన్నపుడు) దాని విద్యుత్‌ధారణ సామర్థ్యము పూర్వపు విలువకు 'క' రెట్లగును. కనుక, ఒకవిద్యుత్సంఘనకము పారవిద్యుతికద్రవ్యముతో నిండినప్పుడును, శూన్యముగ ఉన్నపుడును దాని విద్యుద్ధారణలనిష్పత్తి ఆద్రవ్యపు పారవిద్యుతికస్థిరాంకమునకు సమానము. ఈపద్ధతిని ఉపయోగించియే వేర్వేరుద్రవ్యముల పారవిద్యుతికస్థిరాంకములను నిర్ణయించవచ్చును. విద్యుద్ధారణను నిర్ణయించుటకు విద్యుత్‌మాపకములు (ఎలక్ట్రోమీటరులు), గాల్వనీమాపకములు (గాల్వనీ మీటరులు), విద్యుత్‌సంఘనక మాపకములు అను పరికరములను ఉపయోగించుదురు. ప్రస్తుతము విద్యుదయస్కాంత తరంగములను ఉద్భవింపజేయు డోలకములు (ఆసిలేటర్స్) రెండింటి సహాయముతో విద్యుద్ధారణ సామర్థ్యమును చాల సునిశితముగ కొలిచి పారవిద్యుతిక స్థిరాంకములను నిర్ణయించుచున్నారు.

ప్రక్కపుటలోని పట్టికలో కొన్నిద్రవ్యముల పారవిద్యుతికస్థిరాంకములు ఉన్నవి. ఒకద్రవ్యపుపారవిద్యుతికస్థిరాంక

మును కనుగొనుటకు ఏదోఒక పౌనఃపున్యముగల విద్యుత్ క్షేత్రమును ఉపయోగింతురు.

పారవిద్యుతిక స్థిరాంక పట్టిక

| | | | |
|---|---|---|---|
| **వాయువులు** | | | |
| గాలి | — | — | 1·000586 |
| హైడ్రోజన్ | — | — | 1·000264 |
| కార్బన్ డైఆక్సైడ్ | — | — | 1·000985 |
| **ద్రవములు** | | | |
| బెంజిన్ | — | — | 2·29 |
| క్లోరోఫార్మ్ | — | — | 5 0 |
| నైట్రోబెంజిన్ | — | — | 37 |
| నీరు | — | — | 81 |
| **ఘనద్రవ్యములు** | | | |
| వజ్రము | — | — | 5·6 |
| ఉప్పు | — | — | 5·7 |
| ఎబొనైట్ | — | — | 2·7....2.9 |
| మైకా (అభ్రకము) | — | — | 5.7...7.0 |
| సిలికన్ | — | — | 3.6 |
| పాలీస్టిరీన్ | — | — | 2·6 |

వేరువేరు పౌనఃపున్యములుగల విద్యుత్ క్షేత్రముల సహాయముతో ఒకేద్రవ్యపు పారవిద్యుతికస్థిరాంకమును నిర్ణయించినపుడు కొన్ని ద్రవ్యముల విషయములో అది పౌనఃపున్యములో కొద్దిగ మారుచున్నట్లు తెలిసినది. ఈ మార్పు సిద్ధాంత పూర్వకముగ రుజువుచేయబడినది. ద్రవ్యపు తాపక్రమముతో కూడ పారవిద్యుతికస్థిరాంకము మారును. వాయువుల, ద్రవముల తాపక్రమము ఎక్కువగు చున్నకొలది పారవిద్యుతికస్థిరాంకము తగ్గుచుండును. ఘనద్రవ్యములలో మాత్రము చాలవరకు సాధారణముగ తాపక్రమము ఎక్కువయినచో పారవిద్యుతికస్థిరాంకము కూడ ఎక్కువగును.

**పారవిద్యుతికశక్తినష్టములు :** పారవిద్యుతికములపై ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రేషము (ఎ. సి.) ను ప్రయోగించినపుడు కొంత విద్యుచ్ఛక్తి నష్టమగుచుండును. అది ఉష్ణశక్తిగ మారి ఆ ద్రవ్యమును వేడిచేయును. పారవిద్యుతికమందత (డై ఎలక్ట్రిక్ హిస్టిరిసిస్) అనునది దీనికి ముఖ్యకారణము. ఈ శక్తినష్టము విద్యుత్ ప్రేషపు పౌనఃపున్యము ఎక్కువయిన కొలది ఎక్కువగును. ఇది ద్రవ్యమునుబట్టికూడ కొన్నిటికి ఎక్కువగను, కొన్నిటికి తక్కువగను ఉండును.

విద్యుద్యంత్రనిర్మాణములలోను, విద్యుత్ సరఫరాలోను ఈ పారవిద్యుతికములు ఎక్కువగ ఉపయోగపడును. పైవిధమైన విద్యుచ్ఛక్తినష్టములు ఎక్కువగఉన్నచో క్లిష్ట సమస్యలు జనించును. కనుక, ఇట్టినష్టములను తక్కువ చేయుటకు ప్రయత్నములు జరుగుచున్నవి.

**పారవిద్యుతికబలము :** పారవిద్యుతికమును రెండు ధాతురేకులమధ్య పెట్టి వాటిపై విద్యుత్ప్రేషమును ప్రయోగించినపుడు వాటిమధ్య విద్యుత్ప్రవాహము లేక పోవుటయో, చాల తక్కువగ ఉండుటయో జరుగును. కాని, ఆద్రవ్యము ఆవిధముగ భరించగల విద్యుత్ ప్రేషమునకు ఒకహద్దు ఉన్నది. ఆహద్దు దాటి విద్యుత్ప్రేషమును ప్రయోగించినచో ఆద్రవ్యము విద్యుత్నిరోధకసామర్థ్యమును కోల్పోయి విద్యుత్తు ప్రవహించుట కవకాశమిచ్చును. అప్పుడుఅది పారవిద్యుతికముగ పనిచేయలేదన్నమాట. ఒక పారవిద్యుతికము తీసికొనగలిగిన గరిష్ఠవిద్యుత్ప్రేషము సెంటిమీటరుదళసరి కింత అని చెప్పినపుడు, దానిని ఆ ద్రవ్యపు'పారవిద్యుతికబలము' అని అందురు. ఈ పారవిద్యుతికబలము ద్రవ్యపు స్వభావమునేకాక కొన్ని ఇతర పరిస్థితులను బట్టికూడ ఉండును. కొన్నిద్రవ్యముల పారవిద్యుతికబలముల విలువలు (స్థూల) దిగువ ఈయబడినవి :

| ద్రవ్యము | పారవిద్యుతికబలము (వోల్టులలో) |
|---|---|
| గాలి | 43,600 |
| పారఫిన్ మైనము | 60,000 |
| ఎబొనైట్ | 500,000 |
| మైకా (అభ్రకము) | 610,000 |

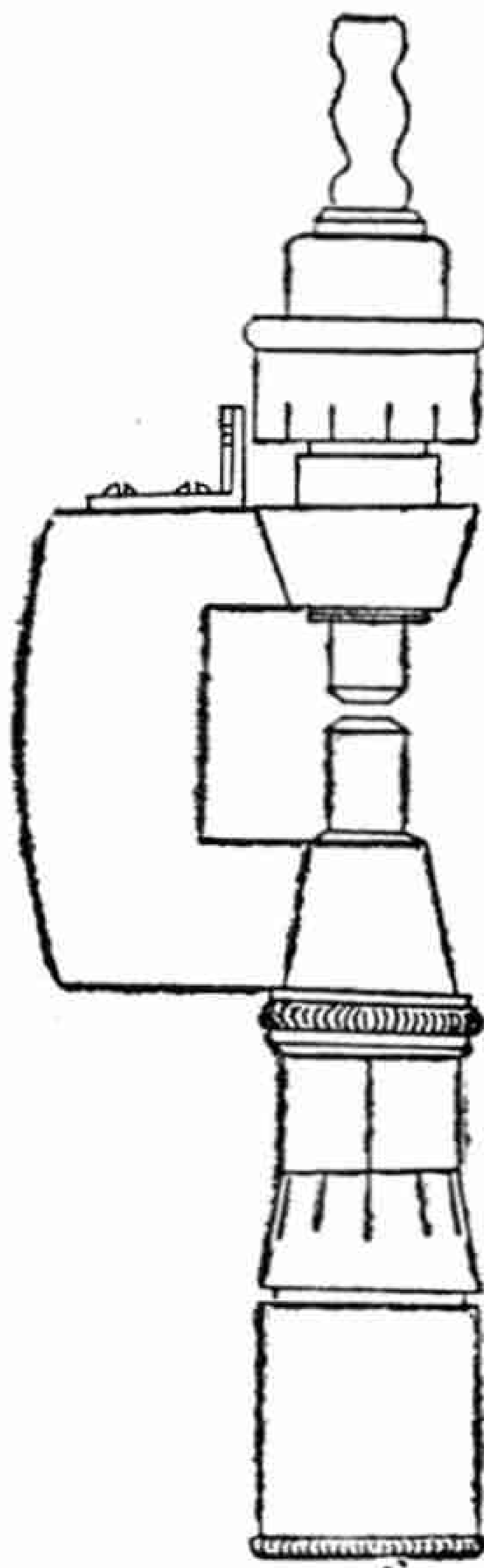
డి. ఏ. ఏ. ఎస్. నా.

## పారస్వనికములు :

వస్తుకంపనవలన ధ్వని కలుగుచున్నది. ఈకంపనవలననే ధ్వని వాయువుగుండా అలలుగా వచ్చి చెవిని సోకి దాని ఉనికిని వెల్లడిచేయుచున్నది. ఈ కంపనలు సెకనుకు 20కి తక్కువగాగాని, 20,000 కు హెచ్చుగా గాని అయినచో అట్టిధ్వనిని మన చెవి తెలుసుకోలేదు. 20,000 కు పైగా కంపనలు కలదానిని 'పారస్వనికము' గ పరిగణింతురు. ప్రకృతిలో జంతువులు, పక్షులు ధ్వనివలననే ఎక్కువగా ఒకదానితో ఇంకొకటి వాటి ఉద్దేశములను తెలుపుకొనును. ఈ ధ్వని అందరకును వినబడునదే. కాని, గబ్బిలములు మాత్రము పారస్వనికములవలననే ఒకదానితో ఒకటి సంప్రదించుకోవడమేగాక, వాటిపోకడలకుకూడ ఎంతో సహాయపడుచుండును. ఈ సంగతి కొద్ది సంవత్సరములక్రిందటనే తెలిసినది.

ఈ పారస్వనికములుకూడా సాధారణపుధ్వని వేగమునే కలిగి ఉండును. కాని, వాటి అలలపొడవు చాల తక్కువ. గాలిలో 1·6 సెం. మీ. మొదలుకొని $0.6 \times 10^{-4}$ సెం. మీ. వరకు ఉండును. ఈకారణమువలన ధ్వనియొక్క వేగము కనుగొనుటకు పెద్దపరికరముల ఆవశ్యకత లేదు. సాధారణ ధ్వనికి అన్వయించు సూత్రములే వీటికిని సరిపడును. అదిగాక, ఇంకా క్రొత్త విషయములు కనిపెట్టబడినవి.

ఉత్పత్తివిధానములు : కోనిగ్ అను జర్మనుశాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పారస్వనికముల ఉనికిని మొదట పొట్టి ట్యూనింగ్ ఫోర్క్ వలన కనుగొనెను. కాని, వాటి తీక్ష్ణత తక్కువ అగుటవలన వాటి ఉపయోగము అంత లేకపోయినది. తరువాత 'గాల్టన్' ఒకఊషను తయారుచేసెను. దానివలన దీర్ఘము గాను, తగ్గిపోకుండునట్లును, కంపనలను ఆ ఊషలోని గాలియందు ఉద్భవింపజేయుటకు వీలుకలిగినది. ఈ కంపన సంఖ్య నూరు వేలదాక హెచ్చులగుటకు అవకాశముకలదు. దీని స్వరూపము పటములో చూపబడినది.


గాల్టన్ ఊష

పైని చెప్పిన గాల్టన్ఊషలో ఊషక్రిందిభాగమున ఉన్న వాయు స్తంభములో 20,000 పైన పౌనఃపున్యముగల కంపనములు పుట్టును. అందుచే, ఆ ఊష ధ్వని మనచెవికి వినబడునట్టిది కాదు; అనగా, అది పారస్వనికము.

ఇట్టిపారస్వనికకంపనములను ఇంకను మరి రెండు విధానములచే ఉత్పత్తిచేయవచ్చును. ఒకఇనుపకడ్డీనిగాని లేదా నికెల్ కడ్డీనిగాని అయస్కాంతక్షేత్రములో ఉంచిన అయస్కాంతగుణము కడ్డీకి సంక్రమించి కడ్డీపొడవు కొంచెముగా మారును. అయస్కాంతక్షేత్రమును తీసివేసిన కడ్డీ మును పటిపొడవును స్వీకరించును.

అతిత్వరితముగా అయస్కాంతక్షేత్రమును స్థాపించుచు, తీసివేయుచు ఉండిన ఈ అయస్కాంతక్షేత్రయాతాయాతములకు అనుగుణముగా కడ్డీపొడవు మారుచుండును. అనగా, కడ్డీ అతిత్వరితముగా కంపించును. ప్రాయోగికముగా కడ్డీని ఒకతీగచుట్టలో పెట్టి, ఆ తీగచుట్టద్వారా విశేష పౌనఃపున్యముగల ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము (ఎ. సి.) ను పంపించుచో అయస్కాంత క్షేత్రముకూడ తదనుగుణముగ మారుచుండును. ఈమార్పునకు సమముగా కడ్డీకూడ కంపించుచుండును. ఆవర్తివిద్యుత్ప్రవాహ పౌనఃపున్యము కడ్డీయొక్క సహజ కంపన పౌనఃపున్యమునకు సమమైనపుడు కడ్డీ అవిరతముగ కంపించుచు, ఇట్టి కంపన పారస్వనికములను ఉద్భవింపజేయును.

స్ఫటికశిలాఫలకమును బలముగా నొక్కిన ఫలకపు మందము కొద్దిగ తగ్గును. అదిగాక ఆనొక్కినతలము, దాని కెదురుగాఉన్న స్ఫటికతలము విరుద్ధవిద్యుదావేశ సహితము లగును. అటునుంచి ఇటు ఈ రెండుతలములను ఏకాంతరముగ విరుద్ధవిద్యుదావిష్టములుగా నొనర్చినచో ఆఫలకపు మందము తగ్గుచు, హెచ్చుచు ఉండును. ఈ ఫలకపు రెండుతలములును ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహ అగ్రములతో కలిపిన ప్రవాహపు ఆవర్తన పౌనఃపున్యమునకు అనుగుణముగ తలములపై విద్యుదావేశము మారుచుండును. దీని ఫలితముగ స్ఫటికఫలకపు మందము అతిత్వరితముగ హెచ్చు తగ్గులకు లోనగుచుండును. ఇట్లు ఆఫలకము కంపనములకు లోనగును. ఈ కంపనములుకూడా ఇరవై వేలకన్న అధిక పౌనఃపున్యము కలిగినవగుటచే ఇవికూడ పారస్వనికములే. ఇట్లు కంపించుచున్న ఫలకముపైని గాజు కడ్డీనుంచి విడిగా ఉన్న దానికొనను మనచేతితో తాకిన చేయి చురుకును. ఈ ఫలకమును నీరు గల పాత్రలోనుంచిన ఆఫలకము పైఉన్న నీరు పైకి కెర్లును. ఈ నీటిలో చేపలు మొదలగు అల్ప జీవములను ఉంచిన అవి నశించును. జె. సి. కా.

**పారాకోర్ :** చూ. రాసాయనిక రచన, భౌతిక ధర్మములు.

**పాలింగ్, లైనస్ కార్ల్** (జననము 1901): యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. ఆరిగాన్ పరగణాలో పోర్ట్‌లాండ్‌లో జననము. యునైటెడ్ స్టేట్స్ యూనివర్సిటీ అందు చదువు సాగించినతరువాత, జర్మనీ, డెన్మార్క్, స్విట్జర్లండ్ దేశములలో తన సామర్థ్యమునకు మెరుగు నిచ్చి కాలిఫోర్నియా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ (సాంకేతిక శాస్త్ర సంస్థ)లోచేరి అచ్చటనే కొనసకు సంపూర్ణఆచార్యత్వమును స్వీకరించెను. రెండవ ప్రపంచ యుద్ధకాలమున విదారక ద్రవ్యపరిశోధనయందు సలహాదారుడుగా జాతీయ రక్షణ పరిశోధన సమితికి నియమితుడాయెను. 1930 నుండి రాసాయనిక బల ధర్మముల స్వభావమునుగురించిన పరిశోధనలందు బద్ధాదరుడై, తరువాత ప్రోటీన్‌ల ధర్మముల పరీక్షించనారంభించెను. ఇతడు ప్రోటీన్‌ల ధర్మముల ప్రథమ సవిస్తర విచారణను గావించెను. ఇతనికి నోబెల్ బహుమానము 1954లో రాసాయనికశాస్త్రములోను, 1963లో శాంతిప్రచారము నిమిత్తమును రెండుసార్లు లభించినది. మే. వ. న.

**పాలీమెతిలీన్‌లు :** చూ. వలయయౌగికములు.

**పాస్కల్, బ్లెయిజ్** (1623 - 1662): ఫ్రెంచ్‌గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు; తత్త్వశాస్త్రజ్ఞుడు. ఇంటివద్దనే చదువుకొని, 16వ ఏటనే శంకుచ్ఛేదముల గురించి గణనీయమైన నూతన గ్రంథమును రచించగలిగిన ప్రతిభావంతుడు. ద్రవగతిశాస్త్రమును స్థాపించిన వాడు ఈయన. కలనగణితమందు కూడ విశిష్టమగు పరిశోధనలను కావించెను.

ఫెర్మాట్ తోకూడి సంభవనీయతా సిద్ధాంతము(థీయరీఆవ్ ప్రాబబిలిటీ)ను ప్రతిపాదించెను. భారమితిలో పాదరస స్తంభపు ఎత్తు వాతావరణ ప్రేషమునుబట్టి ఉండునని అంతకుముందు టారిసెల్లి చేసిన సూచనను ప్వాదదోమ్ కొండమీద చేసిన ప్రసిద్ధ ప్రయోగములచే (1648) సమర్థించెను. జీవితావసానమున సన్న్యాసాశ్రమమును స్వీకరించి, మతచర్చలలో విస్తారముగా పాల్గొనెను. పెన్సీస్ (ఆలోచనలు) అని ఈయన రచించిన గ్రంథము జగద్విఖ్యాతిని గాంచిన గ్రంథములలో ఒకటి. పి. భీ. రా.

**పి. ఎచ్. (pH) మూల్యము** : చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము II.

**పిండివస్తువులు** : చూ. కార్బొహైడ్రేట్ లు - పు. 282.

**పెరాక్సైడ్‌లు** : చూ. ఆక్సిజన్ - పు. 164.

**పెరాఁజీన్, బాప్టిస్టె** (1870 - 1942) : ఫ్రెంచ్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. ప్యారిస్ విద్యాసంస్థలో విద్యాస్నాతకుడై ఆ సంస్థయందే భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రాచార్యపదవిని స్వీకరించెను. X-కిరణములు, ఇతర వికిరణములను గురించిన ప్రామాణికపరిశోధనలు అనేకములు గావించి యశస్సును సంపాదించెను. ఐన్‌స్టయిన్ చే ప్రతిపాదించబడిన బ్రౌన్యన్ చలనమును ప్రాయోగికముగా పరిశీలించి ప్రామాణిక పరిస్థితులలో ఒకగ్రాము అణుభారపు వాయు ఆయతనములో ఉండు కణసంఖ్యను (ఈ సంఖ్యకు ఆవాగాడ్రో సంఖ్య అని పేరు) అతిచతురమగు ప్రయోగములచే లెక్కించెను. ఈ నిర్వాహకమునకు ఈయనకు 1930 లో నోబెల్ బహుమతి ఈయబడినది. జి. శి. రా.

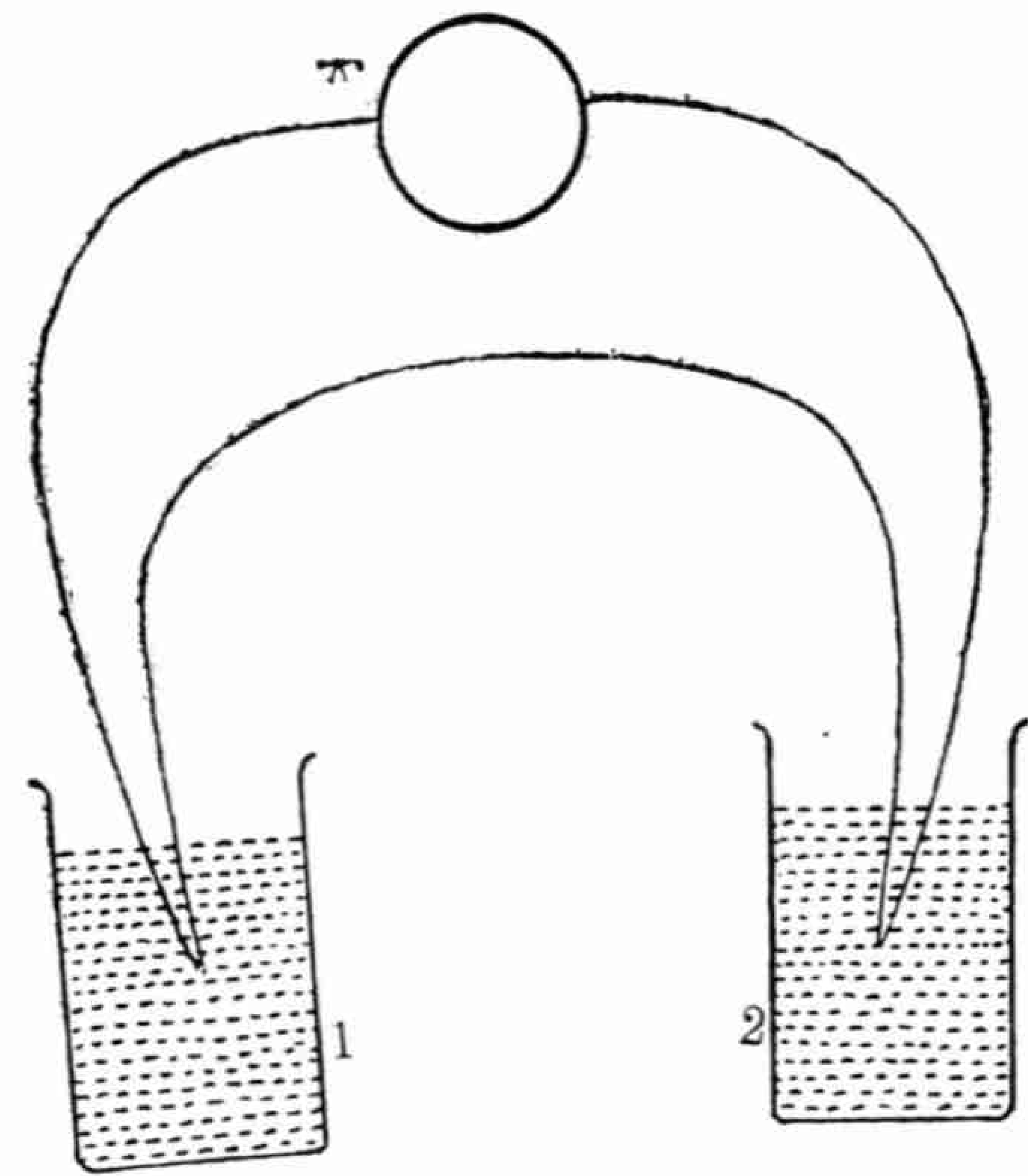
**పెల్లేడియమ్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 46 ; సంకేతము Pd ; పరమాణుభారము 106.4 ; విశిష్టగురుత్వము 11.4 ; ద్రవాంకము 1552°C, దీనిని వూలాస్టన్ 1803 లో కనుగొనెను. పెల్లేడియమ్‌ను టెలిఫోన్ పరికరములను తయారుచేయుటలో ఉపయోగింతురు.

* * *

**పైరోమీటరులు** : సాధారణముగ పాదరసపు తాపమాపకము తెలియజేయు తాపక్రమముకన్న మించిన తాపక్రమములను కొలుచు పరికరములకు 'పైరోమీటరులు' (అధికతాపక్రమ మాపకము) అనిపేరు. వాయు పైరోమీటరులు, విద్యుత్‌నిరోధక పైరోటరులు, తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరులు, రేడియేషన్‌పైరోమీటరులు మొదలైన అనేక రకములు ఇందు ఉన్నవి. అత్యధిక తాపక్రమములను కొలుచుటకై నేడు ఎక్కువగా వాడుకలో తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరులు, రేడియేషన్ పైరోమీటరులు మాత్రమే ఉండుటచే వాటిని గూర్చియే ఇక్కడ వివరించడమైనది.

తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరు : భిన్నమగు రెండు ధాతువుల (ఉదా : రాగి, ఇనుము) చివరలను కలిపి, ఒకచివరల జంటను ఒకే అల్పతాపక్రమమున ఉంచి రెండవ చివరల జంటను వేడిచేసినచో ఆధాతువుల గుండా విద్యుత్ ప్రవహించును. ఆ విద్యుత్ ప్రవాహ పరిమాణము రెండు జంటల చివరల తాపక్రమముల భేదమునుబట్టి ఉండును. ఈ ధర్మమును ఆధారముచేసికొని, తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరులు పనిచేయుచున్నవి.

క్రింది పటములో చూపినట్లు తెర్మోకపుల్ తాపక్రమ మాపకములో భిన్నమగు రెండుధాతు శలాకముల చివరల




తెర్మోకపుల్ పైరోమీటరు

ఒకజంటను స్థిరముగా కలిపి, వాటి చివరల రెండవజంటను గాల్వనీమాపకమునకు కలుపుదురు. స్థిరముగా కలిపిన చివరలజంటను తాపక్రమము కొలువవలసిన వస్తువుతో చేర్చిఉంచినపుడు ఆ తెర్మోకపుల్‌లో విద్యుత్ ప్రవహించి గాల్వనీమాపకము సూచి కదలును. ఈ గాల్వనీమాపకము మిల్లీవోల్టులను కొలుచునదే అయినప్పటికిని, అది తాపక్రమమును కొలుచుటకే అంకితము చేయబడుటచే సూచి యొక్క విచలన పరిమాణమునుబట్టి నేరుగా తాపక్రమమునే కనుగొనవచ్చును.

ఒకేతెర్మోకపుల్ (తాపమిథునము) పైరోమీటరు ఎక్కువ తాపక్రమభేదముగల తాపక్రమక్షేత్రములో వినియోగించుటకు పనికిరాదు. అందుచే, సాధారణముగా 600°C వరకు రాగి-కాన్‌స్టంటన్ జంటనుగాని, లేదా నికెల్ - వెండి జంటనుగాని ఉపయోగింతురు. ఆపైన

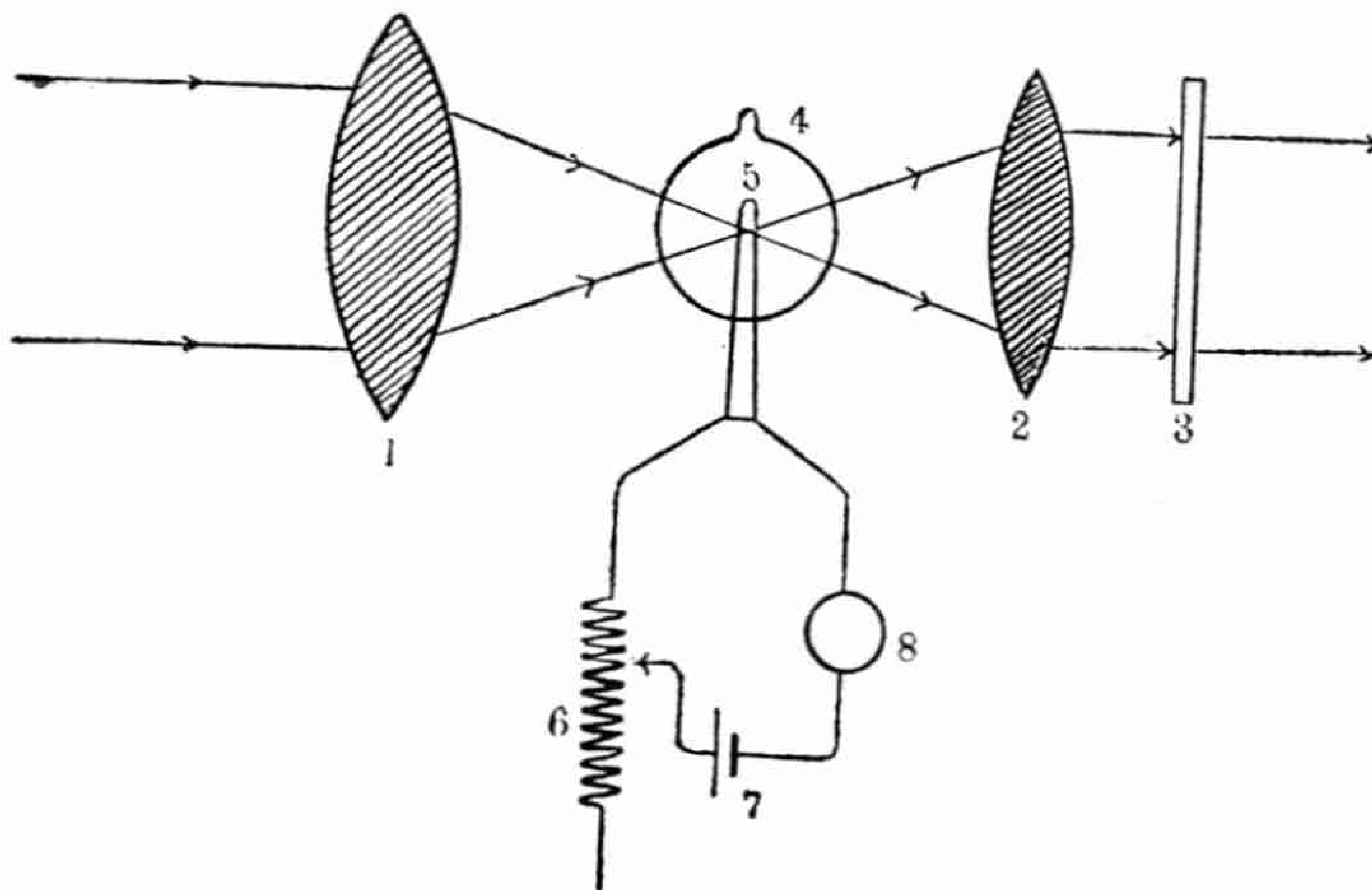
1750°C వరకు ప్లాటినమ్, ప్లాటినమ్ - రోడియమ్ ధాతు మిశ్రమును వాడుదురు.

రేడియేషన్ పైరోమీటరు : వస్తువునుండి ప్రసారితమగు వికిరణములమీద ఆధారపడి పనిచేయు అధికతాపక్రమ మాపకములకును 'రేడియేషన్ పైరోమీటరు' అనిపేరు. నల్లనివస్తువునుండి ప్రసారితమగు ఉష్ణతాశక్తి దానితాపక్రమముమీదతప్ప మరి ఏయితర అంశముమీదను ఆధారపడి ఉండదు అను సూత్రమును అనుసరించి ఈ పైరోమీటరులు నిర్మితమైనవి. సంపూర్ణ ప్రసరణపైరోమీటరులు చాక్షుషపైరోమీటరులు - అని వీటిలో రెండు రకములు ఉన్నవి.

రేడియేషన్ పైరోమీటరు

ఒక వస్తువునుండి ప్రసారితమగు వికీర్ణముల అన్నిటిని కూడా ఉపయోగించుకొని పనిచేయును గాన, సంపూర్ణ ప్రసరణపైరోమీటరులకు ఆ పేరు వచ్చినది. ఇదిఒక కృష్ణ వస్తువునుండి ఉద్గతమగు మొత్తపువికిరణశక్తి ఆ వస్తువు తాపక్రమపు నాల్గవఘాతమునుబట్టి ఉండునను స్టీఫెన్ సూత్రమును అనుసరించి పనిచేయును.

ఈ పరికరమునందు పై పటములో చూపినట్లు వస్తువునుండి వచ్చు వేడి కిరణములను అన్నిటిని 1 అను పుటాకార దర్పణము 2 అను డయాఫ్రమ్ లోని చిన్న ద్వారము గుండా 3 అను చిన్న వెండిపలక మీదకు కేంద్రీకరించును. ఈ వెండి పలక ఒక థెర్మోకపుల్ యొక్క వేడిచివరను అతికింపబడి ఉండును. ఈ వెండిపలకపై ఉష్ణకిరణములు పడినవెంటనే ఆథెర్మోకపుల్‌లో విద్యుత్తు జనించును. 4 అను గాల్వనీ మాపకములోని సూచియొక్క కదలికపరిమాణము చేత ఈ విద్యుత్తు పరిమాణమును కనుగొని దానిననుసరించి స్టీఫెన్ సూత్రమును ఉపయోగించి తాపక్రమమును కనుగొనవచ్చును.



డిసప్పియరింగ్ ఫిలమెంట్ పైరోమీటరు
1,2 కటకములు, 3. ఎర్రని గాజుపలక. 4. బల్బు, 5. ఫిలమెంటు. 6. పొటెన్షియోమీటరు, 7. బ్యాటరీ, 8. గాల్వనీమీటరు

చాక్షుషపైరోమీటరు : ఇవి ప్లాంక్‌సూత్రముపై ఆధారపడి ఉన్నవి. వస్తువునుండి ప్రసారితమగు అన్ని వికీర్ణములలో ఒక నిర్దిష్టతరంగదైర్ఘ్యముగల వికీర్ణమును గైకొని, ఆ తరంగదైర్ఘ్యము గల కాంతిని విద్యుద్దీపమునుండి వికీర్ణమగు కాంతితో పోల్చి, తన్మూలముగా వస్తుతాపక్రమమును కనుగొందురు. ఇప్పుడు ఎక్కువవాడుకలో ఉన్న అదృశ్యపుఫిలమెంట్ (సన్నతీగ) పైరోమీటరులను గురించి ఆలోచింతము.

డిసప్పియరింగ్ ఫిలమెంట్ పైరోమీటరులు : క్రింది పటములో చూపినట్లు ఇది ముఖ్యముగ దూరదర్శనిని పోలిఉండును. దూరదర్శని అడ్డుతీగలస్థానమునకు ఎదురుగా విద్యుత్‌గోళము ఒకటి అమర్చబడి ఉండును. దూరదర్శనిలోని మొదటికటకమును బోలిన 1 అనెడి కటకము వేడి వస్తువునుండివచ్చు వేడిని విద్యుత్‌గోళములోని ఫిలమెంట్ వద్ద కేంద్రీకరించును. ఈ ఫిలమెంట్‌ను, కేంద్రీకరింపబడిన కిరణములను రెండవకటకము భూతఅద్దమువలె పనిచేసి పెద్దవిగ చేయును. ఈకిరణములన్నియు ఒకఎర్రని గాజుపలక (3)ద్వారా కంటిని చేరును. అనగా, ఆసూక్ష్మకిరణములలోని ఎర్రని కిరణములు మాత్రమే పరీక్షింపబడును. ఇప్పుడు ఫిలమెంట్‌లో ప్రవహించువిద్యుత్‌ను మార్చి దాని కాంతిని

కేంద్రీకరింపబడిన కాంతితో సమమగునట్లు చేయుదురు. అందుచే దానికి ఆ పేరు వచ్చినది. జి. సు. రె.

**పొటాసియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 19 ; సంకేతము K : పరమాణుభారము 39.1 ; విశిష్టగురుత్వము 0.86. క్వథ నాంకము 770°C ; దీని ఉనికిని 1807 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొనెను.

ప్రాప్తి : సోడియమ్‌వలెనే పొటాసియమ్‌కూడ పర్వత శిలలలో పొటాష్ ఫెల్డ్‌స్పార్ లేదా ఆర్థోక్లేస్($KAlSi_3O_8$) రూపమున 2.5% వరకు దొరకుచున్నది. సేనపురాతి (గ్రానైట్) లో ఈ ఫెల్డ్‌స్పార్ ఒకఘటకమై ఉన్నది. పొటాషభ్రకము లేదా మస్కొవైట్ : ఇది పొటాసియమ్ హైడ్రోజన్ అల్యూమినియముసిలికేట్ $[KH_2Al_3(SiO_4)_3]$. సముద్రపునీటిలో సోడియమ్ లవణములు 3% వరకు ఉన్నను పొటాసియమ్ లవణములు 0.1% మాత్రమే కలవు. పొటాసియమ్‌లవణములు సోడియమ్‌లవణముల కంటె హెచ్చుగా భూమిచే పీల్చబడుటయే దీనికి కారణము. భూపృష్ఠమునఉన్న శిలలు శిథిలములైనప్పుడు అందలి పొటాసియమ్‌లవణములు భూమిలో జొచ్చి మొక్కలకు ఆహారమగుచున్నవి. అనాదికాలమున భూమధ్య సముద్రములు ఎండుటచే ఏర్పడిన లవణపుపాతరలు పొటాసియమ్‌లవణముల ఉత్పత్తికి ఆధారమైఉన్నవి. జర్మనీయందలి స్ట్రాస్‌ఫర్ట్‌నందు ఇటువంటి లవణ సంపత్తి కలదని తెలిసికొంటిమి. ఇచ్చట పొరలుపొరలుగా అనేక లవణములు కలవు.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో ఇట్టి లవణసంపత్తి కాలిఫోర్నియాలోని సెర్లీసరస్సునందును, న్యూమెక్సికో, టెక్సాస్‌ల యందును గలదు. సెర్లీసరస్సున 5035 అడుగుల లోతుగల సంతృప్తమైన ఉప్పుద్రావణముతో కలిసి ఈ లవణములు కలవు. వేసవికాలమందు ఈ ద్రావణము ఇగిరి లవణపు దిబ్బలు అగును. ఆ దిబ్బలపై మోటారుకార్లుపోవునంత గట్టిగా అవి ఉండును.

ప్రథమప్రపంచసంగ్రామమునకు పూర్వము పొటాష్ ఎరువులకు ప్రపంచమునకెల్ల స్ట్రాస్‌ఫర్ట్ లవణసంపత్తి ముఖ్యాధారమయ్యెను.

సిమెంటుకొలిమిగొట్టములలోనుండి పైకెగయు ధూళిలోను, కొలుములచిమ్నీలనుండి వచ్చు ధూళిలోను పులిసిన, మొలాసెస్సుల (చెరుకుమడ్డి) భస్మములందును, బీటు దుంపలభస్మములందును, సముద్రప్రాంతపు కెల్లుభస్మమునందును, ఉన్ని కడుగగా వచ్చిన నీటియందును విశేషముగా పొటాసియమ్ లవణములు ఉండును.

పొటాసియమ్ ధాతువు : ద్రవీభవించిన పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను సోడియమ్ ఉత్పత్తిచేయుటకు వాడిన కాస్ట్నర్ ఘటమునందే విద్యుత్కరణముచేసి నేడు పొటాసియమ్‌ను సిద్ధముచేయుచున్నారు. కాని సోడియమ్ అంత విరివిగా ఇది ఉత్పత్తిఅగుట లేదు.

ఉపయోగములు : సోడియమ్ పొటాసియమ్‌ల ధాతుమిశ్రము (23 : 77) శోధనాగారపరిస్థితులయందు ద్రవరూపమున ఉండును (ద్రవాంకము 12.5° C). పాదరసమునకుబదులుగా దీనిని హెచ్చుగు తాపక్రమమును కొలుచు మాపకములందు వాడుదురు. ఇదియుకాక పొటాసియమ్‌ను రేడియోవాల్వులలో గెట్టరు*గా వాడుదురు. సోడియమ్ కంటె పొటాసియమ్ ఎక్కువవిలువ కలది. కాని సోడియమ్ అంత విరివిగా వాడబడుట లేదు. విశిష్ట అవసరములకే ఉపకరించును.

పొటాసియమ్ యౌగికములు : పొటాసియమ్ యౌగికములు గుణములందును, నిర్మాణపద్ధతియందును ఆ యా సోడియమ్ యౌగికములకు అత్యంతసామ్యమును పొంది ఉన్నవి.

పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (KOH) : దీనికి దాహక పొటాష్ అని సామాన్య వ్యవహారము. సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌కంటె పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ గాఢతరమైన క్షారము. సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌వలె ఇది పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌ద్రావణమును విద్యుత్కరణము గావించికాని, పొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌ద్రావణమును ముద్దసున్నముతో వేడిచేసికాని ఉత్పత్తి చేయుదురు. పై చెప్పిన రెండుక్షారములను ఒకేపనికి వాడవచ్చును. కాని దాహకపొటాష్‌వలన 'మృదువగు' సబ్బులను దాహకసోడావలన 'కఠినములగు' సబ్బులను చేయుదురు. కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌వంటి ఆమ్లవాయువులను శోషణమొనర్చుటకు దాహకపొటాష్‌నే వాడుదురు.

పొటాసియమ్ కార్బొనేట్ ($K_2CO_3$, $H_2O$) : ప్రస్తుతము ఇది విశేషముగా స్ట్రాస్‌ఫర్ట్‌లవణపుపాతరలలోఉన్న పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌నుండి ఉత్పన్నమగుచున్నది.

పరిశుభ్రమైనపొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌నకు 'మౌక్తికభస్మము' అని పేరు. ఇది తెల్లనై చెమ్మగిల్లెడుచూర్ణము (ద్రవాంకము 900° C). మృదువగు గాజును ఉత్పత్తి చేయుటకును, రంగువేయు పరిశ్రమయందును దీనిని వాడుదురు.

---

* గెట్టరు : రేడియోవాల్వులో రేచకయంత్రముచే తీసివేయగామిగిలిన గాలితో రాసాయనికముగా సంయోగించి దానిని నిర్మూలించు ధాతుద్రవ్యము.

**పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ (KCl) :** స్ట్రాస్ఫర్ట్ పాతరలలో విడిగా సిల్వైన్ అను పేరుతోను, $MgCl_2$తో కలిసి కార్నలైట్ అను పేరుతోను దొరకును. ప్రపంచమున ఉత్పన్నమగు పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ముఖ్యముగా కార్నలైట్ నుండియు, హెడ్‌సీనుండియు సిద్ధమగుచున్నది. కల్మషయుతమైన కార్నలైట్‌ను పెద్దతొట్టెలలో ఉంచి దానిని వేడి నీటిలో కరగించి లోనికి నీటిఆవిరిని పంపుదురు. పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్‌లు నీటిలోకరుగును. మలినములగు సోడియమ్ క్లోరైడ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్‌లు చాల భాగము కరుగవు. ఒకగంటసేపు ఆనీటిని తేర్చి ద్రావణమును వేడిగఉండగనే వేర్పరచి దానిని పెద్దఇనుపపాత్రలతో చల్లార్తురు. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌మాత్రము స్ఫటికములుగా క్రిందికి దిగును. దీనిని పునఃస్ఫటికీకృత మొనర్చి శుభ్రపరుతురు. మిగిలిఉన్నమగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును తిరిగి కార్నలైట్‌ను కరగించుటకై ఉపయోగింతురు.

పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ సోడియమ్ క్లోరైడ్‌వలె తెల్లని ఘనాకారపుస్ఫటికములుగా ఉండును. ఇది విశేషముగా ఎరువులుచేయుటకును, దాహకపొటాష్‌ను తయారుచేయుటకును, ఇతరపొటాసియమ్ లవణోత్పత్తికిని ఉపయోగపడును.

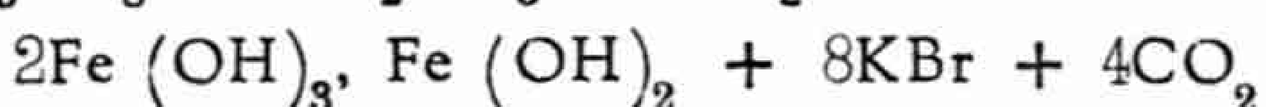
**పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ (KBr) :** వేడియైన చిక్కని దాహకపొటాష్‌ద్రావణమునకు బ్రోమీన్ ద్రవము కొంచెము హెచ్చుగువరకు కలుపవలెను. ఇట్లు ఏర్పడిన ద్రావణమును నీరుపోవువరకు ఇగిర్చి మిగిలిన పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్, పొటాసియమ్ బ్రోమేట్‌లకు కొలది బొగ్గుపొడిని చేర్చి బాగుగా వేడిచేయవలెను. బ్రోమేట్ బ్రోమైడ్‌గా అక్సీహరించబడును. దీనిని నీటిలో కరగించి వడపోతవలన బొగ్గునుండి వేరుచేసి స్ఫటికీకరణము ఒనరించినచో పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ ఉత్పన్నమగును :


$$6KOH + 3Br_2 \longrightarrow 5\,KBr + KBrO_3 + 3\,H_2O$$


$$2KBrO_3 + 3C \longrightarrow 2\,KBr + 3\,CO_2$$

పారిశ్రామికముగా ఉత్పత్తిచేయవలెనన్నచో బ్రోమీన్ పరిశ్రమయందు ఉపఫలముగా లభ్యమగు ఐరన్‌బ్రోమైడ్ ($Fe_3Br_8$)ను నీటిలో కరగించి దానికి పొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌ద్రావణమును కలుపుదురు. ఫెర్రస్‌ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షిప్తమై పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ ఏర్పడును :


$$Fe_3\,Br_8 + 4K_2CO_3 + 4H_2O \longrightarrow$$


$$2Fe\,(OH)_3,\ Fe\,(OH)_2 + 8KBr + 4CO_2$$

పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ వైద్యములో నిద్రపట్టుటకు మందుగను, ఫొటోగ్రాఫీయందు ఉపకరించు ఫిల్ములు, కాగితములు చేయుటకును, 'డెవలెపర్' ద్రావణములు సిద్ధముచేయుటకును ఉపయోగించును.

**పొటాసియమ్ అయొడైడ్ (KI) :** బ్రోమీన్‌నుండి పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్‌ను తయారుచేసినట్లే దీనినిగూడ తయారు చేయవచ్చును.

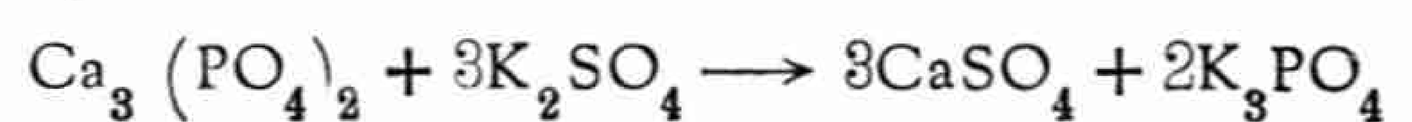
వైద్యమునందును, ఛాయాపట పరిశ్రమయందును ఆయతనాత్మకవిశ్లేషణవిధానములందును దీనిని వాడుదురు.

**పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ ($K_2SO_4$) :** షనైట్ ($K_2SO_4$, $MgSO_4$, $6H_2O$) కెయినైట్ ($K_2SO_4$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, $6H_2O$) అను ద్వి, త్రి లవణముల రూపమున స్ట్రాస్ఫర్ట్ లవణపు పాతరలలో ఇది దొరకును. 'ఫాన్ట్‌హాఫ్' అను భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రవేత్త ఈ స్ట్రాస్ఫర్ట్ లవణములను వేరుపరచి ప్రతిదానిని శుభ్రస్థితియందు సిద్ధముచేయుటకు ఒక విధానమును శ్రమప్రయాసముకోర్చి కనిపెట్టెను. కెయినైట్‌ను వేడినీటినుండి స్ఫటికీకరణము చేసినచో ద్రావణము వేడిగఉన్నప్పుడే షనైట్ అను ద్విలవణము స్ఫటికములుగా క్రిందికి దిగును; మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణమునందు ఉండును. ఈ షనైట్‌నకు పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌ను కలిపి పునఃస్ఫటికీకరణము కావించినచో తక్కువద్రావణీయత కల పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములుగా ఏర్పడును.

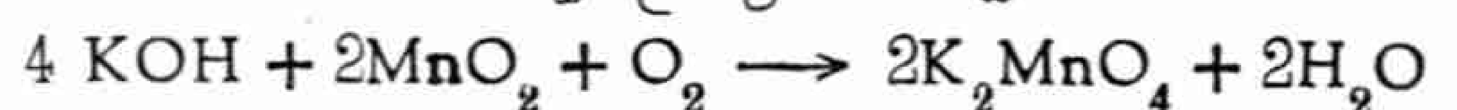
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ లనుచేయు పరిశ్రమయందు ఉపఫలముగాకూడ ఇది ఏర్పడును. విశేషముగా ఇది వరిచేలకు ఎరువుగా వాడబడుచున్నది. నాణ్యమగుగడ్డిని ఇది పెంపొందించును.

**పొటాసియమ్ బైసల్ఫేట్ ($KHSO_4$) :** ఇది సోడియమ్ బైసల్ఫేట్‌ను పోలియుండును. ద్రావణములుగాని ఖనిజములను ద్రావ్యములుగా మార్చుటకు విశ్లేషణరాసాయనిక ప్రక్రియలలో దీనిని వాడుదురు.

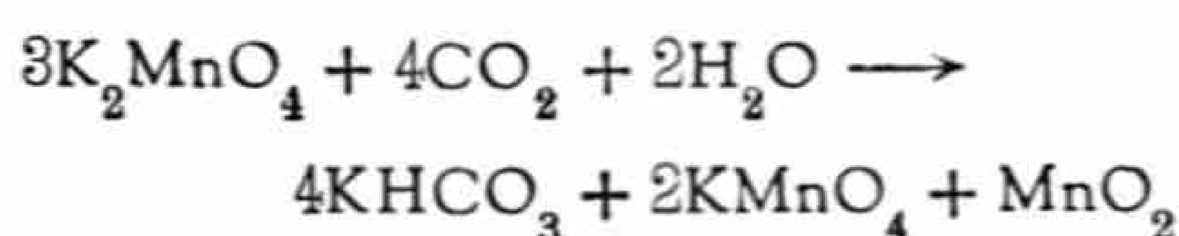
**పొటాసియమ్ ఫాస్ఫేట్ ($K_3PO_4$) :** ఫాస్ఫేట్ రాతికిగాని, బెస్సిమర్ విధానమున లభించు ఫాస్ఫేట్ తెట్టునకుగాని కోకుబొగ్గును, పొటాసియమ్ సల్ఫేట్‌ను కలిపి వేడిచేసినచో పొటాసియమ్ ఫాస్ఫేట్ ఏర్పడును; దీనిని ఎరువుగా వాడుదురు.


$$Ca_3\,(PO_4)_2 + 3K_2SO_4 \longrightarrow 3CaSO_4 + 2K_3PO_4$$

**పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ($KMnO_4$) :** మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్‌ను దాహకపొటాష్‌తోగాని, పొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌తోగాని కలిపి, ఈమిశ్రమును గాలిలోగాని, ఆక్సీకరణితోగాని ద్రవీకరించినచో పొటాసియమ్ మాంగనేట్ అను ఒక ఆకుపచ్చనిద్రవ్యము ఏర్పడును :


$$4\,KOH + 2MnO_2 + O_2 \longrightarrow 2K_2MnO_4 + 2H_2O$$

దీనిని నీటిలో కరగించి వడపోయుదురు. ఈ ద్రావణమును మరగించి ఆకుపచ్చచాయ పోవువరకు దానిలోనికి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును పంపుదురు. ఇప్పుడు అవక్షేపించిన మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్‌ను వడపోసి, వేరుచేసి, మిగిలిఉన్న ద్రావణమును మరుగబెట్టి చల్లార్చినచో నేరేడుపండురంగుగల పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును :



$$3K_2MnO_4 + 4CO_2 + 2H_2O \longrightarrow 4KHCO_3 + 2KMnO_4 + MnO_2$$

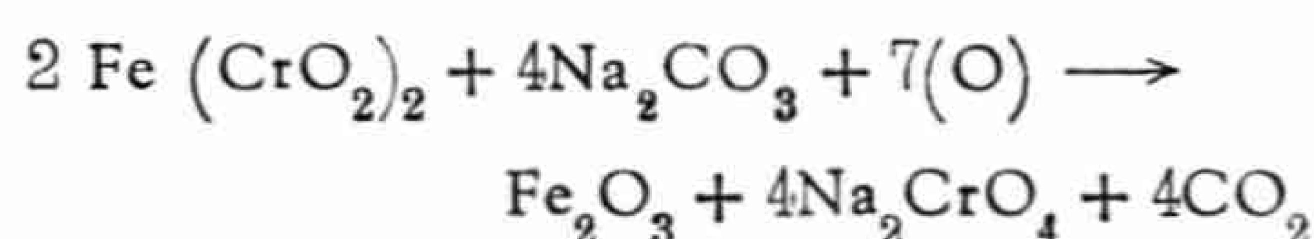
పొటాసియమ్ మాంగనేట్‌ను పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్‌గా మార్చుటకు కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌నకు బదులుగా క్లోరీన్ వాయువునుగాని, ఓజోన్ వాయువునుగాని వాడవచ్చును :



$$2K_2MnO_4 + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + 2KMnO_4$$

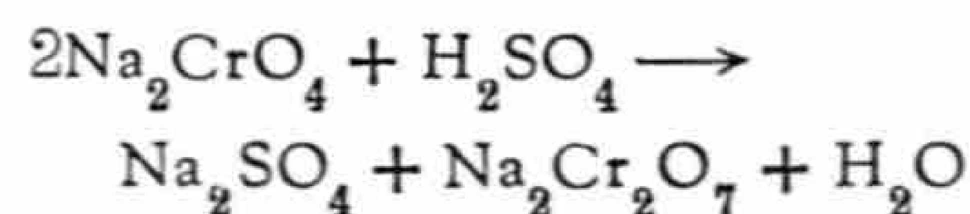
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ నిర్జలమై పట్టకాకారముగల స్ఫటికములుగా ఉండును. ఇది అమోఘమైన ఆక్సీకరణి. ఈధర్మమును అనుసరించియే ఇది ఆయతనాత్మక విశ్లేషణమున మానద్రవ్యముగా వాడబడుచున్నది. క్రిమిహారిగాను, బట్టలకు రంగులువేయుటకును దీనిని ఉపయోగింతురు. దీని సజలద్రావణమును నోటిదుర్గంధమును పోగొట్టుటకు వాడుదురు.

పొటాసియమ్ క్రోమేట్ ($K_2CrO_4$), పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ($K_2Cr_2O_7$): క్రోమేట్, డైక్రోమేట్‌లను ఉత్పత్తిచేయుటకు క్రోమైట్ అను ఖనిజమును (ముడిద్రవ్యమును) పొడి చేసి సున్నపురాయి, సోడియమ్ కార్బొనేట్‌లతో కలిపి గాలి ధారాళముగా ప్రసరించుచున్న రివెర్బరేటరీకొలిమిలో తీవ్రారుణకాంతి (1200°C) వచ్చువరకు కాల్చుదురు. ఈ చర్యలో ఖనిజము సోడియమ్‌క్రోమేట్‌గా ఆక్సీకరణమొందును.



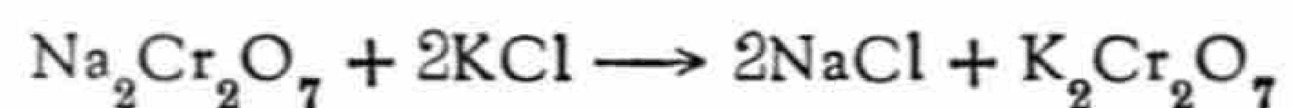
$$2\,Fe\,(CrO_2)_2 + 4Na_2CO_3 + 7(O) \longrightarrow Fe_2O_3 + 4Na_2CrO_4 + 4CO_2$$

కొలిమియందు ఏర్పడిన ద్రవ్యమును వేడినీటిలో బాగుగా సారముతీయగా వచ్చిన సోడియమ్ క్రోమేట్ ద్రావణమును వడపోయుదురు. ఐరన్ ఆక్సైడ్ నీటిలో కరుగదు. ద్రావణమును సరియగు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో ఆమ్లీకరణముచేసి మరగించినచో ఆ వేడిద్రావణమునుండి సోడియమ్ సల్ఫేట్ నిర్జలమైనస్ఫటికములుగా వేర్పడును. ఈస్ఫటికములను తొలగించి, ద్రావణమును ఇంకను ఇగురబెట్టినచో నారింజవర్ణముగల సోడియమ్ డైక్రోమేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును ($Na_2Cr_2O_7$, $H_2O$).



$$2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + Na_2Cr_2O_7 + H_2O$$

సోడియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణములో పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ వేసి ఇగురబెట్టిన, తక్కువ ద్రావణీయతకల పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ నారింజరంగుగల నిర్జలమైన స్ఫటికములుగా వేర్పడును :



$$Na_2Cr_2O_7 + 2KCl \longrightarrow 2NaCl + K_2Cr_2O_7$$

పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్‌కంటె సోడియమ్ డైక్రోమేట్ చౌక ; నీటిలో ఎక్కువగా కరుగును. కాని గాలిలో చెమ్మగిల్లెడు స్వభావము కలిగి ఉండుటచే అంతవిరివిగా ఉపయోగపడుటలేదు. కాని దీనిద్రావణము కార్బన్ యౌగికముల ఆక్సీకరణమునకు వాడుదురు.

పొటాసియమ్ క్రోమేట్ పసుపుపచ్చని స్ఫటికములుగా ఉండును. పైవిధానములోవలె క్రోమైట్ ఖనిజమును పొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌తో కలిపి ఆక్సీకరణము ఒనర్చినచో ఇది ఏర్పడును ; లేదా, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్‌నకు దాహకసోడా కలపిన ఇది సిద్ధించును :



$$K_2Cr_2O_7 + 2\,KOH \longrightarrow 2\,K_2CrO_4 + H_2O$$

క్రోమేట్‌లు, డైక్రోమేట్‌లు విరివిగా ఆక్సీకరణమునకును బట్టలకును రంగువేయుటలో వర్ణబంధకములుగను, పూతరంగులలో వాడెడి లెడ్ క్రోమేట్, జింకు క్రోమేట్, బేరియమ్ క్రోమేట్ మున్నగు వర్ణద్రవ్యములను సిద్ధముచేయుటకును, సిరాలు చేయుటకును వాడబడుచున్నవి. సోడియమ్ క్రోమేట్‌ను క్రోమ్ తోళ్లను ఉత్పత్తిచేయుటకు ఉపయోగించు క్రోమ్ ఆలమ్‌చేయుటకు ఎక్కువగా వాడుచున్నారు. పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ఆయతనాత్మక విశ్లేషణమున ప్రమాణద్రవ్యముగాను ఉపయోగించును. (చూ. ఆల్కలిధాతువులు - పు. 190). జె. వి. బి. రావు.

**పొలోనియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము : పరమాణ్వంకము 84. సంకేతము Po : పరమాణుభారము 210.00. దీని ఉనికిని 1898లో క్యూరీసతి కనుగొన్నది. ***

**పాజిట్రాన్ :** చూ. మౌలిక కణములు - పు. 549.

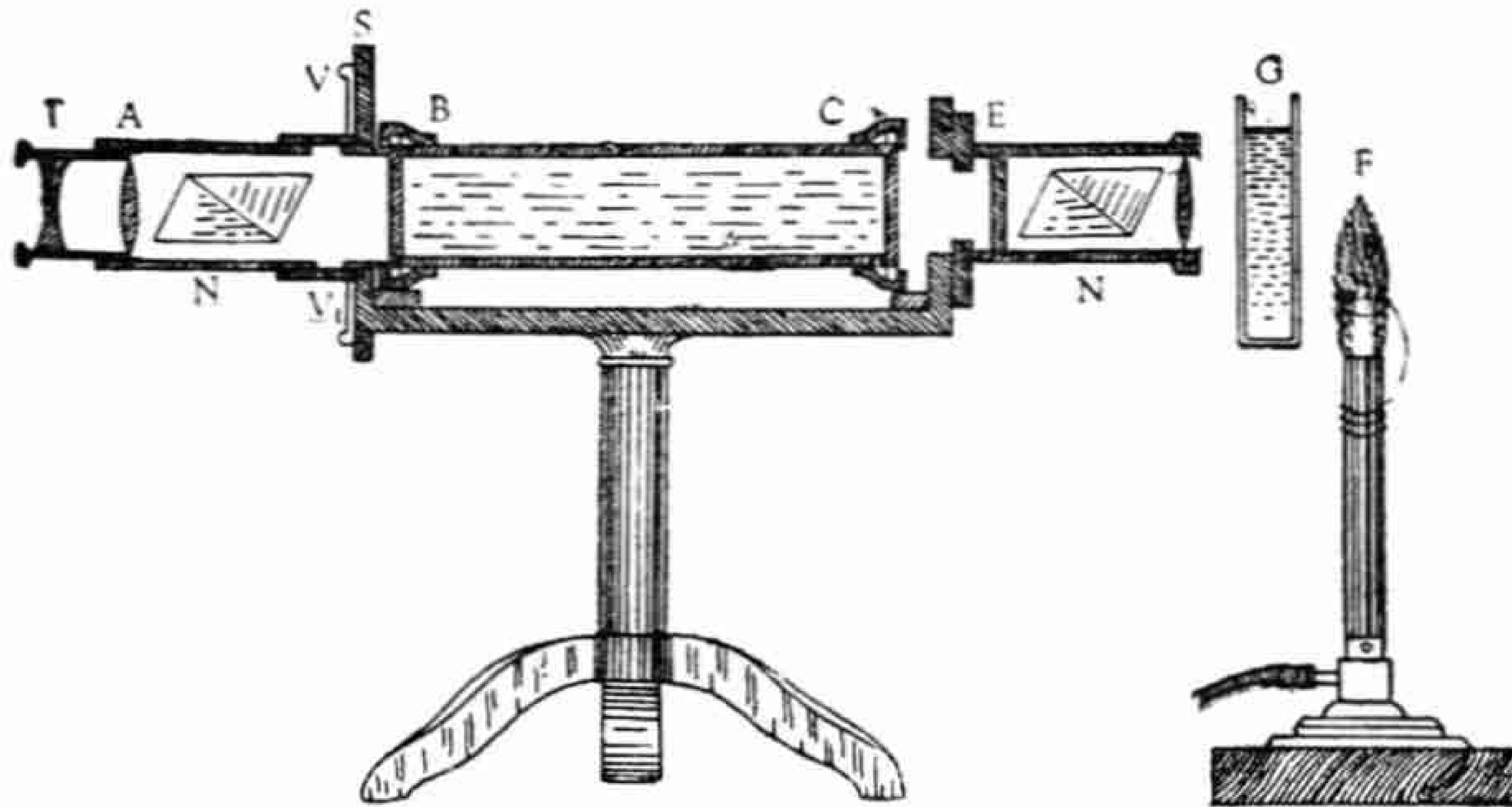
**పోలారి మీటరు :** తలధ్రువీకృత కాంతి కొన్ని ద్రవ్యముల గుండాగాని, వాటి ద్రావణముల గుండాగాని పోయినపుడు ధ్రువనతలము ఒక వైపునకు తిరుగును. ఇట్లు ధ్రువనతలము ఎన్ని అంశలు తిరిగినదో తెలియజేయు పరికరమునకు కాంతిధ్రువన మాప

కము లేదా 'పోలారి మీటరు' అని పేరు (చూ. ధ్రువీకరణము - పు. 428).

ప్రధానభాగములు : ఈ దిగువ పేర్కొనను ఈ భాగముల వివరణకు పటమును చూడనగును.

1. వెలుతురునిచ్చు దీపము ; సూర్యకాంతినిగాని, విద్యుద్దీపమునుగాని అందులకై ఉపయోగింతురు.

2. వెలుతురును ఏకతలమున ధ్రువీకరించు విధానము : సాధారణముగా ఈ పనికి 'నికల్ పట్టకము'ను ఉపయో

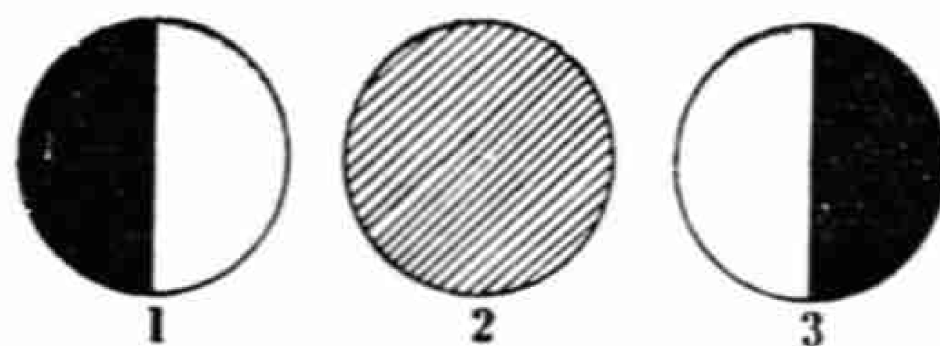



(a) 'T' అను దూరదర్శని '$N_1$' అను నికల్‌పట్టకము వెనుకనున్న 'E' అను ఫలకముమీద కేంద్రీకరించబడినది. 'F' అను సోడియమ్‌దీపమునుండి జనించి '$N_1$' నికల్‌చే ధ్రువీకృతమైన కాంతిని 'T' ద్వారా చూడవచ్చును. '$N_2$' అను విశ్లేషక నికల్‌పట్టకము దూరదర్శని ఉన్న గొట్టములోనే అమర్చబడి ఉండును. ఈ గొట్టము క్షైతిజాక్షముపై తిరుగగలదు. దాని స్థానమును ప్రక్కను (b) చూపించిన స్కేలు, వెర్నియర్ సహాయమున నిర్ణయించవచ్చును.

'G' అనునది గాజుపాత్ర. ఇందు పొటాసియమ్-డైక్రోమేట్ ద్రావణము ఉండును. దీని ప్రయోజనము 'F' నుండి జనించిన కాంతిని ఏకవర్ణకాంతిగ జేయుట.

గింతురు. (చూ. నికల్ - పు. 433). పటములో కుడివైపున ఉన్న N.

3. ఏకవర్ణపుకాంతిని జనింపజేయు ఏర్పాటు : ఈ పనికై రంగు అద్దము లేదా రంగునీరును వాడవచ్చును. పటములో F వెలుతురునిచ్చు దీపము. ఏకవర్ణపు కాంతి ఇచ్చునదైనచో పై ఏర్పాటు ఆవశ్యకత లేదు.

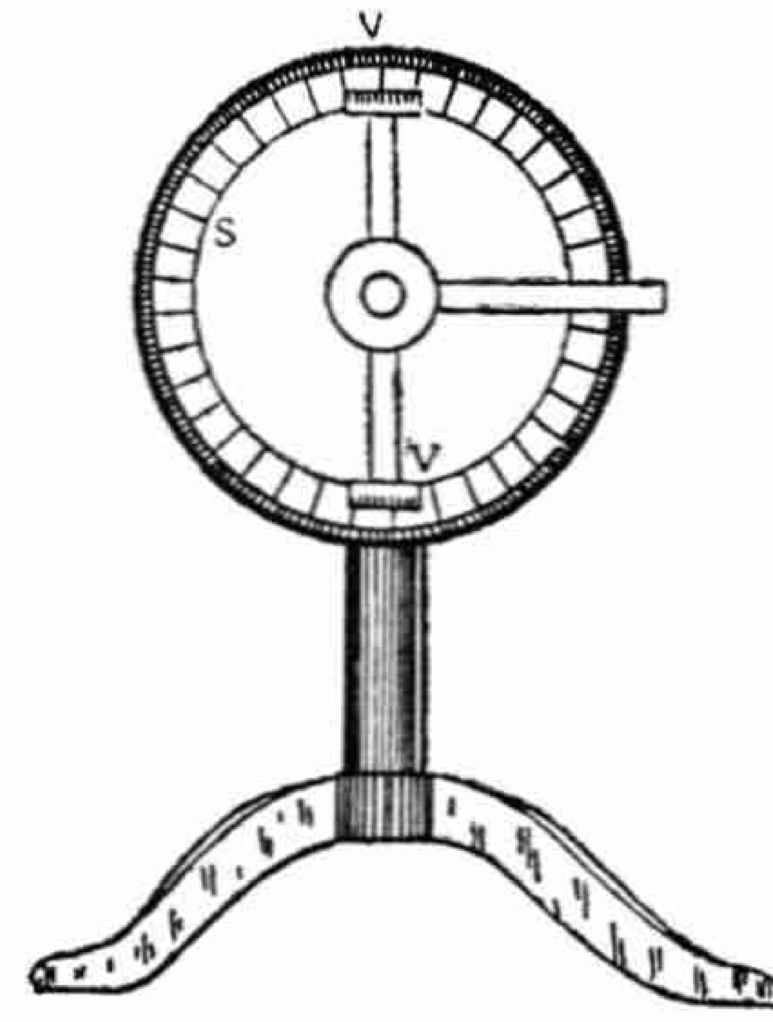



అర్ధచ్ఛాయాచిత్రము :
రెండుభాగములుగా విభజించబడిన అవేక్షణక్షేత్రము.

త్రికచ్ఛాయాచిత్రము :
మూడుభాగములుగా విభజించబడిన అవేక్షణక్షేత్రము.

4. కాంతిని ఏకతలమున ధ్రువీకరించు ద్రవ్యము ద్రావణమయినపుడు దాని గుండా కాంతిని ప్రసరింపజేయుటకు తగిన ఏర్పాటు : రెండు చివరలను గాజుబిళ్ళలు అతికిన గాజు గొట్టములను ఇందులకై వాడుదురు. పటములో BC.

5. ద్రవ్యముగుండా ప్రసరించిన కాంతిని పరిశీలించి కాంతితరంగముల ధ్రువనతలము ఎన్ని అంశలు ప్రక్కకు తిరిగినదో తెల్పుభాగము. దీనికి 'ధ్రువనవిశ్లేషకము' అని పేరు. పటములో ఎడమవైపున ఉన్న N. ధ్రువనకోణమును నిశితముగా కొలుచుటకు విశ్లేషకమునకు వెర్నియర్‌తో కూడుకొనిన స్కేలు తగిలించిఉండును. ఇది పటములో ప్రత్యేకముగా B అని గుర్తించబడినది.




(b) స్కేలు

6. ఇవిగాక దృక్‌క్షేత్రమును రెండుగాని, మూడుగాని భాగములు చేయు ఏర్పాటుకూడ ఉండును. ఈ ఏర్పాటు లేనిచో కాంతితరంగములు ఎన్ని అంశలు ప్రక్కకు తిరిగినవో తగినంత నిశితముగా తెలిసికొనుట కష్టము. దృక్‌క్షేత్రమును విభాగముచేయు విధానమునుబట్టి వివిధరకములైన పోలారిమీటరులు తయారైనవి.

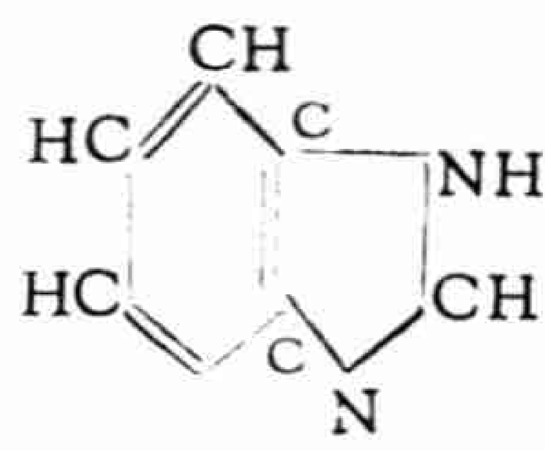
ఒక రకపు పరికరములలో కాంతిధ్రువనమాపకముగుండా చూచినపుడు దృక్‌క్షేత్రము మూడుభాగములుగా గోచరించును. అందులో మధ్యభాగము కాంతితీక్ష్ణత ఇరుప్రక్కలగల భాగముల కాంతి తీక్ష్ణతతో సమానముగ ఉండువరకును పైని (5లో) చెప్పిన పరిశీలన పరికరమును త్రిప్పవలెను. కాంతిమార్గములో ద్రవ్యములేనప్పుడు దృక్‌క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి తీక్ష్ణతలో ఉండునటుల ఆపరికరమును మొదట త్రిప్పవలెను. ఇప్పుడు ద్రవ్యమును కాంతికిరణ ప్రసారమార్గములో ఉంచినచో అవేక్షణక్షేత్రములోని భాగములకాంతి తీక్ష్ణత సమానముగా ఉండదు. ఇప్పుడు ధ్రువనవిశ్లేషకమును మరల త్రిప్పినచో ఒకచోట అన్ని భాగములకు సమానకాంతి వచ్చును. కాంతికిరణముల మార్గములో ద్రవ్యములేనప్పుడు దృక్‌క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి తీక్ష్ణతలో ఉన్నప్పటినుండి ద్రవ్యము కాంతిమార్గములోనికి తెచ్చిన తరువాత దృక్‌క్షేత్రమంతయు సమానకాంతి తీక్ష్ణతను కలిగిఉండు

నట్లుగా చేయుటకు పరిశీలన పరికరమును ఎంతత్రిప్పితిమో కొలుచుటకు కోణమాపకము కలదు. ఈ కోణమునకు ధ్రువనకోణము అనిపేరు. ఈ కోణమునుబట్టి కాంతిని ఆ ద్రవ్యము ఎంత వరకు ధ్రువీకృతము ఒనరించినదో తెలిసి కొనవచ్చును. కాంతిధ్రువనమాపకములో కొద్ది మార్పులు చేసి శర్కరామాపకము అను పరికరమును తయారు చేసిరి. చెరకు రసములో ఎంతపరిమాణముగల పంచదార ఉన్నదో కచ్చితముగా ఈ శర్కరామాపకమును ఉపయోగించి తెలిసికొనగలము. సి. రా. శా.

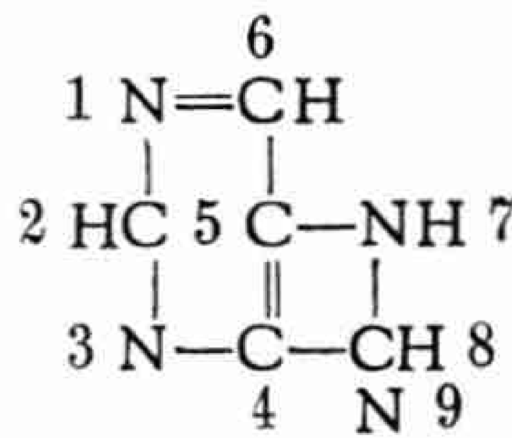
**పౌలీ, వుల్ఫ్‌గాంగ్** (జననము 1900) : ఆస్ట్రియన్ స్విస్ భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు. మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీయందు విద్యను ముగించి యూరప్‌లోని కోపెన్‌హేగన్, హాంబర్గ్ అను నగరములందు విద్యాసంస్థలలో పెక్కు ఉన్నతస్థానములను అలంకరించి, 1927 నుండి జ్యూరిక్ యూనివర్సిటీలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఉన్నాడు. 1935, 1940 సం॥లలో ప్రిన్స్‌టన్ విద్యాసంస్థకు అభ్యాగతశాస్త్రాచార్యుడుగా ఆచరించెను. క్వాంటం సిద్ధాంతమందు ముఖ్యముగా ఆతనిపేర బరగుచున్న నిషేధనియమ ప్రకటనచే ప్రసిద్ధినిగాంచెను. దీనికే ఈయనకు 1945 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. కె. రం.

**పౌలీనిషేధనియమము** : పరమాణుకేంద్రముచుట్టు వేరువేరు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎట్లు పంపకమై ఉన్నవో అను విషయమును అనుశీలించుటలో పౌలీనిషేధ నియమము నిర్ణాయకయగా ఉపయోగించినది. 'పరమాణు రచనలోఉన్న ఏ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లకును నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలును సమానముగా ఉండవు' అని ఈ నియమమును నిర్వచించవచ్చును. ఈ నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలును పరమాణు రచనలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థాననిర్దేశమును చేయుటకు ఆవశ్యకమగు సంఖ్యలు, మొదటిది ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య : ఎలక్ట్రాన్ ఏ ప్రధాన ప్రాకారములో ఉన్నదో తెలియజేయునది: గుర్తు n. రెండవ ఉప క్వాంటం సంఖ్య : ఎలక్ట్రాన్ ఏ ఉపప్రాకారములో ఉన్నదో తెలియజేయునది ; గుర్తు l మూడవది మాగ్నెటిక్ క్వాంటం సంఖ్య : ఆరోపిత అయస్కాంతక్షేత్ర దిశలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క కోణీయగతిభార ఘటకమును తెలియజేయును. గుర్తు m. నాల్గవది ఎలక్ట్రాన్ యొక్క పరిభ్రమణ గతిభారమును తెలియజేయు క్వాంటం సంఖ్య ; గుర్తు S. మే. వ. న.

**ప్యూరీన్‌లు** : రెండుగాని ఎక్కువగాని విషమవలయముల సమ్మేళనములగు యౌగికములు చాలగలవు. ఇట్టి రచనా ప్రకారము ప్రకృతియందు విస్తృతములగు అనేక యౌగికములందు మనకు తారసిల్లును. ఇందు పైరిమిడీన్ వలయముతో సంధింపబడిన ఇమిడేజోల్ వలయముగల ప్యూరీన్‌లను క్లిష్ట రచనగల నైట్రోజన్ యౌగికములు, జీవశాస్త్ర రంగమందు చాల ప్రధానమైనవి :



ప్యూరీన్ రచన

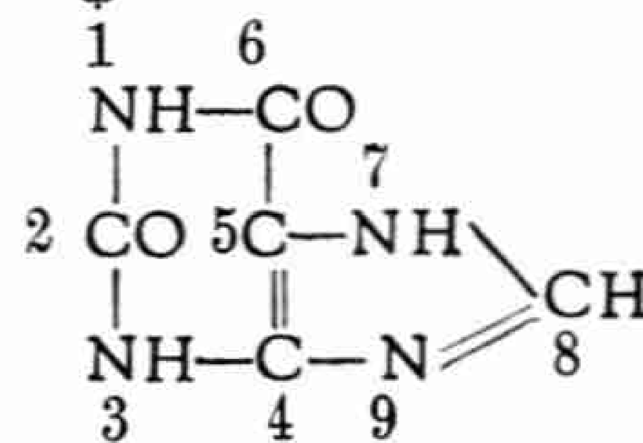


ప్యూరీన్

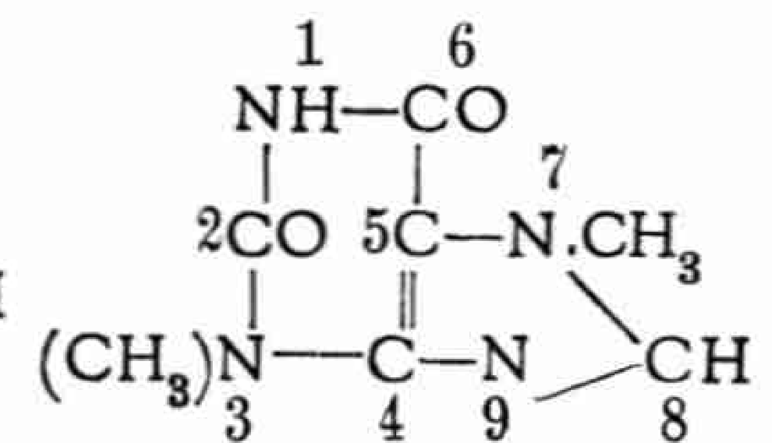
1 6
HN—CO
7
2 OC 5 C—NH
CO
3 NH—C—NH 8
4 9

2, 6, 8. ట్రైఆక్సీప్యూరీన్ లేదా యూరిక్ ఆసిడ్

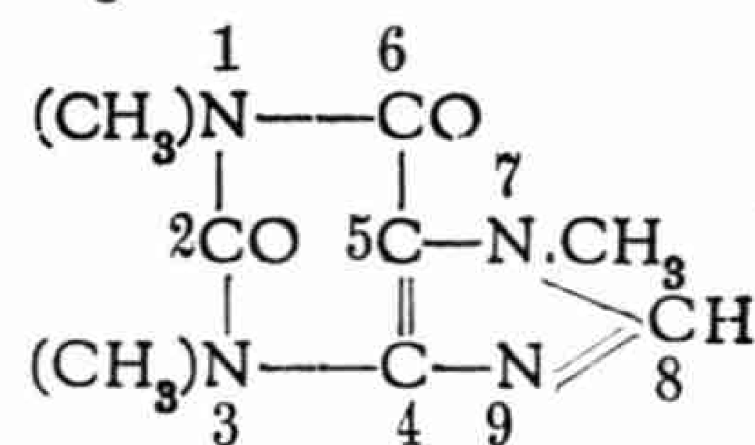
యూరిక్‌ఆసిడ్, కాఫీగింజలలోఉండు కాఫీన్ అను ఆల్కలాయిడ్ కోకో గింజలలో ఉండు తయోబ్రోమీన్ ఈపద్ధతికి చెందినవియే.



జాన్తీన్
(2, 6 డైఆక్సీప్యూరీన్)



తయోబ్రోమీన్ (డైమెథిల్ డైఆక్సీప్యూరీన్)



కాఫీన్ (1, 3, 7 ట్రైమెథిల్ డైఆక్సీప్యూరీన్)

మే. వ. న.

**ప్రకాశిత్వము** : కాంతి ఒక వస్తువుపై పడినపుడు కొంత ఆ వస్తువుపైతలమునుండి పరావర్తనమగుట, కొంత ఆ వస్తువుచే విచూషింపబడుట, మరికొంత ఆ వస్తువు గుండా ప్రసరించుట - అను మూడు విధములగు సంఘటనలు జరుగును. ఇందు మరల విచూషించబడిన కాంతికి నాలుగు విధములగు మార్పులను తేవచ్చును. అవి పవన, వస్తువు యందలి అణువుల గతిజశక్తిని పెంపొందించుట లేదా వస్తువుయందు రాసాయనికపు మార్పును కలుగచేయుట, లేదా విద్యుత్‌కణములను బయలు పెట్టుట లేదా తిరిగి వస్తువునుండి కాంతికిరణములు మరొకవిధముగ పైకి వచ్చుట. ఈ నాలుగవ మార్పునకే 'ప్రకాశిత్వము' అనిపేరు. ఇందులో రెండు తరగతులు గలవు. ఒకటి : ఒక వస్తువు యందు కిరణప్రసారమున్నంత వరకే ఆ ప్రకాశిత్వము ఉండును. దీనికే 'ప్రస్ఫురణము (ఫ్లోరసెన్స్)' లేదా

తాత్కాలిక ప్రకాశిత్వము అనిపేరు. రెండవది : కిరణప్రసారము ఆపిన తరువాతకూడ కొంత సేపటివరకు ప్రకాశిత్వము ఉండును దీనికి 'భాసనము (ఫాస్ఫారెసెన్స్)' అనిపేరు. ఈ ప్రకాశిత్వము కాంతికిరణములవలననే గాక కేథోడ్ కిరణముల వలనను, X - కిరణముల వలనను, α - కిరణముల వలనను జరుగును.

సాధారణముగా వస్తువుపై ప్రసరించిన కాంతికిరణముల పౌనఃపున్యముకంటె అందుండి వెలువడిన కాంతికిరణముల పౌనఃపున్యము తక్కువగా ఉండును. దీనికే 'స్టోక్స్ నియమము' అని పేరు. దీనికికారణము సులభముగా ఊహించవచ్చును. వస్తువుపై పడిన కాంతిశక్తి కొంత, దాని అణువులచే మ్రింగబడుటచే వెలువడుశక్తి తగ్గి ఉండును. పౌనఃపున్యమునకు శక్తి అనులోమానుపాతములో ఉండును గనుక, అందుచే పౌనఃపున్యము తగ్గును.

ప్రకాశితవస్తువులు మూడు రకములు. 1. కార్బన్ యౌగికములు. 2. అకర్బనయౌగికములు, 3. మలినముతో కూడిన అకర్బనయౌగికములు.

సాధారణముగా కార్బన్ యౌగికములలో ఫీనిల్ వలయము కలిగినది ప్రకాశిత్వమును ప్రదర్శించును. శుద్ధమైన ఆంత్రసీన్ నీలిరంగును, నాఫ్తలీన్ ఆకుపచ్చరంగును కనపర్చును. పచ్చటి ఆకులలోనున్న క్లోరోఫిల్ ఎరుపు ప్రకాశమును ఇచ్చును. ఈవస్తువుల ప్రకాశిత్వము వాటి భౌతిక స్థితిబట్టికూడ ఉండును. 'రుబ్రీన్' అను ఒక కార్బన్ యౌగికము శుద్ధముగ నున్నప్పుడు ప్రకాశిత్వము చాల తక్కువ. కాని దానిని బెన్జీన్‌లో కరగించినచో బాగుగా ప్రకాశించును. ప్రకృతిలో దొరకు రంగులుకల యౌగికములలో చాలవరకు ప్రకాశిత్వము కలవియే. ఫ్లోరోసీన్ అను కార్బన్ యౌగికము ఆకుపచ్చని రంగుతో ప్రకాశించును.

శుద్ధావస్థలో ప్రకాశించు అకర్బనయౌగికములు చాల తక్కువ. సమేరియమ్ సల్ఫేట్, బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, జింకు, టంగ్‌స్టేట్ వంటి మూలద్రవ్యములు, యురేనిల్ లవణములు, వజ్రము మొదలగువాటి ప్రకాశిత్వము కొంతవరకు తెలిసిన విషయమే. మలినముతో చేరినపుడు ప్రకాశించు వస్తువులలో సల్ఫైడ్‌లు, సిలికేట్‌లు ముఖ్యమైనవి. ఇవి ఏదైన ధాతువుతో చేరినపుడు ప్రకాశము ఇచ్చును. ఈ తరగతిలో చేరినవి ఐదు విభాగములుగ కనపర్చవచ్చును. 1. సోడియమ్, పొటాసియమ్ మూలద్రవ్యముల హేలైడ్‌లు— వీటిని ప్రకాశింపజేయు మలినములు థాలియమ్, సత్తులు 2. జింకు, కాడ్మియమ్ ధాతువుల సల్ఫైడ్‌లు - వీటికి రాగి, వెండి, మాంగనీస్ ఉత్తేజకములుగా ఆచరించును. కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ క్షారధాతువుల సల్ఫైడ్‌లకు బిస్మత్తు ఉత్తేజకము ; 3. జింకు, బెరిలియమ్, కాడ్మియమ్, కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, మాంగనీస్ వంటి ధాతువుల సిలికేట్‌లు వీటిని ఉత్తేజించు మలినములు ; 4. జింకు, అల్యూమినియము ఆక్సైడ్‌లు క్రోమియమ్‌తో చేరిన ప్రకాశించును. ధాతువుల టంగ్‌స్టేట్‌లు, మొలిబ్డేట్‌లు-పై వాటిలోముఖ్యమైనవి రెండు, మూడు తరగతులు వీటి ముఖ్యవినియోగము ప్రస్తుతము వాడుకలోనున్న టెలివిజన్ తెరలకు, రాడార్ తెరలకు, ఫ్లోర్‌సెంట్ దీపములకు కనబడుచున్నది. ఈ విషయమైన ముఖ్యపరిశోధనలు గత రెండవ ప్రపంచమహాసంగ్రామము (1939-45) నందు గావింపబడినవి. ఈ వస్తువులు తయారుచేయు విధమునుబట్టి వీటి ప్రకాశిత్వము ఉండును. ఉదా : కేవలము జింకు సల్ఫైడ్ ప్రకాశిత్వమును చూపదు. ఇది తయారగుచున్నపుడు కొంచెము (0.01%) ఉప్పును చేర్చిన దాని ప్రకాశము బయలుపడును. ఈ జింకు సల్ఫైడ్‌కే వెండిని చేర్చినచో నీలిరంగు ప్రకాశమును కనపర్చును. కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్‌తో మిశ్రముచేసిన రంగు ఆకుపచ్చగా మారును. రాగి చేర్చినను ఆకుపచ్చ రంగే వచ్చును. కాని తీక్ష్ణత హెచ్చును. రాగి పాలు హెచ్చుచేసిన ఆకుపచ్చ తగ్గి నీలి ఎక్కువగును.

జింకుసిలికేట్‌కు మాంగనీస్ కొంచెముగ (0.01%) చేర్చిన ఆకుపచ్చరంగును ఇచ్చును. దీనిని 1200°C వరకు వేడిచేసి వెంటనే చల్లార్చిన ఆకుపచ్చపోయి పసుపు, ఎరుపు వచ్చును. జె. సి. కా.

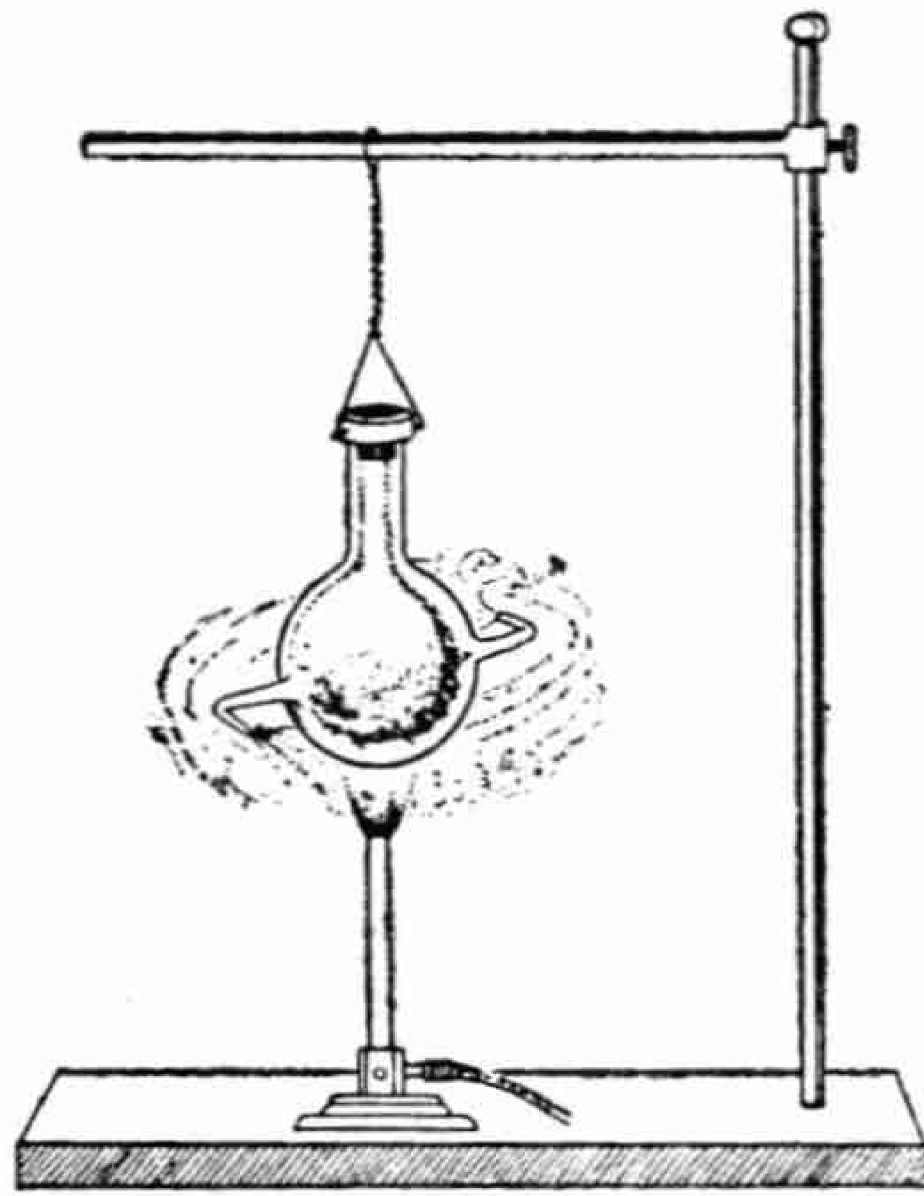
**ప్రతిక్రియ:** ప్రతి క్రియకు సమానమును, వ్యతిరేకమును అగు ప్రతిక్రియ కలదని న్యూటన్ మూడవసిద్ధాంతము సూచించును. 'క్రియ'కు 'బలము' అని పేరు పెట్టినపుడు ఈ సూత్రముననే మరొకవిధముగా చెప్పవచ్చును. 'క' అను వస్తువు 'ప' అను వస్తువుపై బలమును ప్రయోగించినపుడు దానికి సమానమైన బలమును వ్యతిరేకదిశలో 'ప' పై 'క' ప్రయోగించును. ఈ బలముననే ప్రతిక్రియ అందురు. ఉదా : ఒక బల్లపై ఉన్న పుస్తకము బల్లను కొంత బలముతో క్రిందికి నొక్కగా పుస్తకమును సమాన బలముతో బల్ల పైకి నొక్కును. సమానమును, వ్యతిరేకములును అయిన ఈ బలముల కార్యముచేతనే పుస్తకము స్థావరముగా ఉన్నది.

క్రియతోనే ప్రారంభించి క్రియాంతముతో ప్రతిక్రియ అంతమగును. కావున క్రియ, ప్రతిక్రియల కాలములు సమానము. అందుచేత 'ప'పై 'క' కలిగించిన గతిభార

ములో మార్పు 'క' పై 'ప' కలిగించిన గతిభారములో మార్పునకు సమానము. కావున, ఒక పడవలో కూర్చున్న వాడు ప్రక్కనున్న మరొకపడవను త్రోయగా రెండు పడవలును వ్యతిరేకదిశలో నడచును. తుపాకినుండి గుండును ప్రేల్చినపుడు తుపాకి వెనుకకు నెట్టబడును.

ఈ తత్త్వము తారాజువ్వలో, మనకు తారసిల్లుచున్నది. తారాజువ్వలో దానిని ముట్టించినంతనే క్రిందికి మహావేగముగా వేడివాయువులు దూసుకొని వచ్చును. దానిమూలముగా తారాజువ్వకు పైకి ఎగురగల గతిభారము ప్రాప్తించును. అందుచే భూగురుత్వాకర్షణ బలమును ప్రతిఘటించి పైకి ఎగురగలదు. కాని మందు మండిపోయిన పిదప 'ప్రతిక్రియ' లేక తారాజువ్వ భూమిపై పడును. అంతరాళములో ప్రయాణముచేసి గ్రహములను చేరుకొనుటకై విజ్ఞానులు నిర్మించుచున్న రాకెట్‌లు సైతము ఈ తత్త్వముపై పనిచేయునవే.

క్రియ, ప్రతిక్రియల పరస్పర సంఘాతమును చూపించుటకు 'హీరో యంత్రము' అను చిత్రములో చూపిన సాధనము ఎన్నతగినది. ఇది ప్రక్కను 'L' ఆకారము గల గాజుగొట్టములు అతికిన ఒక గాజు కుప్పె. ఈ గాజు కుప్పె మెడకు త్రాడు కట్టి ఒక ఆధారమునకు వ్రేలాడదీసి అందులో కొంచెము నీరు పోయవలెను. కుప్పె క్రింద బున్‌సెన్ దీపమునుంచి వేడిచేసిన లోపలినీరు ఆవిరిగామారి సన్నని గాజు గొట్టముల ద్వారా విసురుతో పైకి వచ్చును. దీనిమెడ బిరడాతో బిగించబడి ఉండును గాన, ఆవిరి ప్రక్కగొట్టముల గుండానే పోవలయును. ఈ ఆవిరి విసురుతో పైకి వచ్చును. దీనికి ప్రతిక్రియగా గాజు కుప్పెవిరుద్ధదిశలో తిరుగును. గాజుకుప్పె తిరుగుటలో వ్రేలకట్టినత్రాడు మెలికలు పడును. మెలికలుపడి గాజుకుప్పె కొంచెము పైకి ఎగయును. అంతలో కుప్పె కందువేడి తగ్గి ఆవిరి పైకివచ్చుట తగ్గును. పరీక్షించి త్రాడుపొడుగు సరిచూచి క్రియ, ప్రతిక్రియలు రెండును అనగా కుప్పెతిరుగుట వలన త్రాడు మెలికలు పడుటయును, తరువాత త్రాడు



హీరోయంత్రము

మెలికలు విడుటయును ఒకదాని తరువాత ఒకటి అవిరతముగా కుప్పెలోని నీరు అయిపోవు వరకు జరుగునట్లు ఏర్పాటు చేయవచ్చును. త. స. న. మూ.

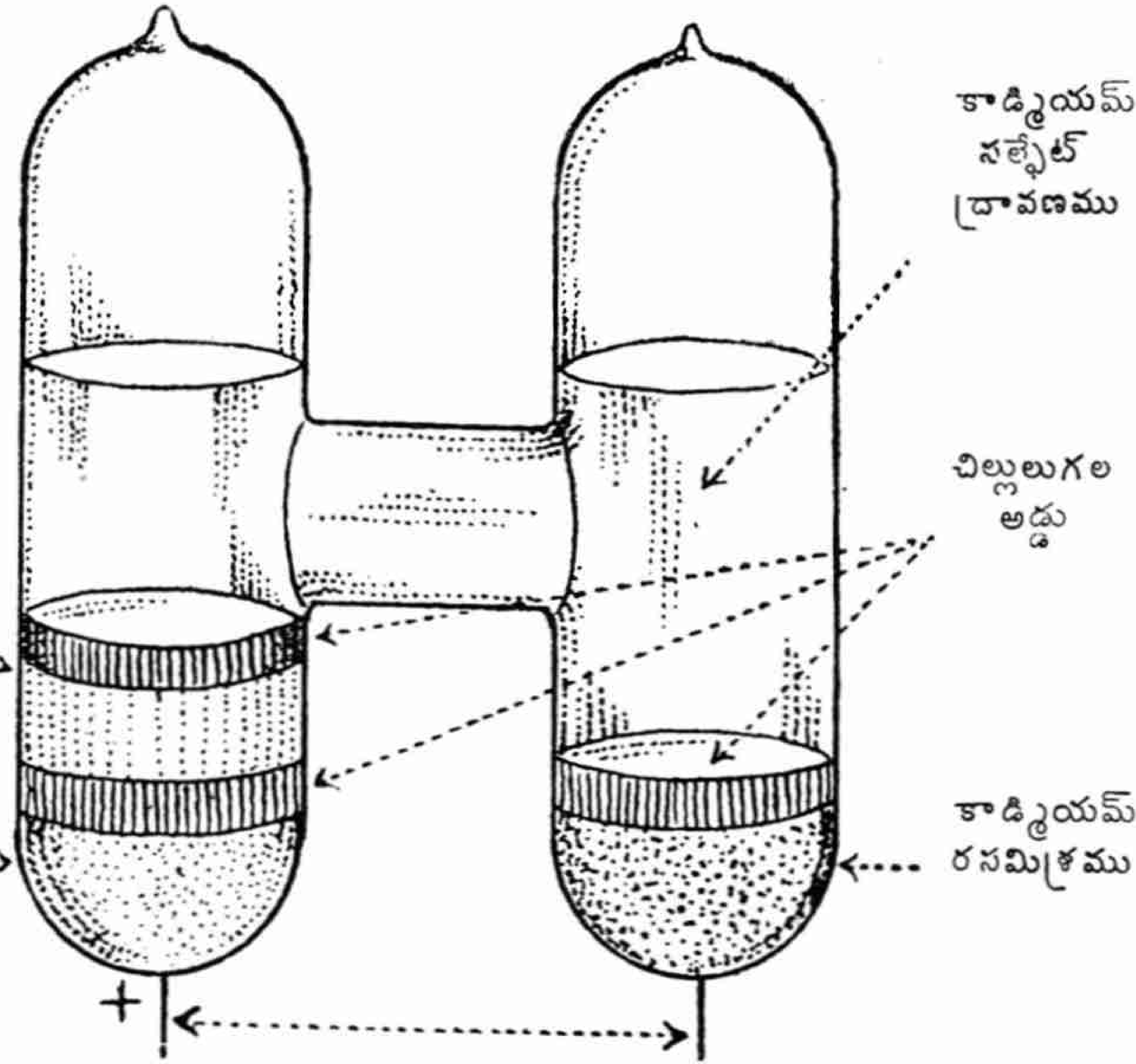
**ప్రమాణఘటములు :** ప్రధానమైనవి రెండు రకముల ప్రమాణఘటములు కలవు. అందుఒకటి లాటిమర్ లేదా క్లార్క్ ఘటము. రెండవది వెస్టన్ లేదా కాడ్మియమ్ ఘటము. రెండవది దాని తాపక్రమగుణకము తక్కువగుటచేతను, క్లార్కు ఘటముకన్న హెచ్చుకాలము మన్నగలుగుటచేతను, ఒకవేళ ప్రమాదముచే ఘటము భరించలేనంతవిద్యుత్‌ప్రవాహము దానిగుండా ప్రవహించినను చెడిపోక ఉండుట చేతనున్ను మిక్కిలివాడుకలో ఉన్నది.

క్లార్క్ఘటము : ఇందు జింకు పాదరసధాతుమిశ్రము ధనధ్రువము. పాదరసము ఋణధ్రువము. జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యముగా ఆచరించును. మర్క్యురస్ సల్ఫేట్ ధ్రువనమును అరికట్టు ద్రవ్యముగా పనిచేయును. H ఆకారముగల రెండు గాజుగొట్టముల చేరికయగు ఈ పాత్రలో నిలువుగాఉన్న రెండుగొట్టముల అడుగునుండి రెండు ప్లాటినమ్ తీగలు అతికిఉండును. ఈ తీగకొనలు విద్యుదగ్రములుగా ఆచరించును. ఒకగొట్టములో పాదరసము అడుగున, దానిపైన మర్క్యురస్ సల్ఫేట్, జింకుసల్ఫేట్‌లు, కొంచెము నీటితో కలుపగా వచ్చిన ముద్దయును ఉండును. రెండవగొట్టములో నూటికి పదిభాగములు జింకుధాతువు గల పాదరసధాతు మిశ్రము, దానిపై జింకుసల్ఫేట్ స్ఫటికములు ఉండును. అడ్డగొట్టము పూర్ణముగా నిండువరకును ఈపరికరము జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణముతో నింపబడును. గొట్టముల మూతులు బిరడాలతోను, కొవ్వుతోను గాలి చొరకుండ మూయబడి ఉండును. దీని విద్యుత్‌ప్రేషము $15^{\circ}$ C తాపక్రమము వద్ద 1.4328 వోల్టులు.

కాడ్మియమ్‌ఘటము : దీని ఆకారము పైఘటపు ఆకారమే. ఇందు ధనధ్రువము మర్క్యురస్‌సల్ఫేట్‌ముద్దతో కప్పబడిన పాదరసము, ఋణధ్రువము $12\frac{1}{2}\%$ కాడ్మియమ్ ధాతువు కలిసిన పాదరసధాతుమిశ్రము (చూ. పు. 488). విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము సంతృప్త కాడ్మియమ్‌సల్ఫేట్ ద్రావణము. ఈ ద్రావణమును శాశ్వతముగా సంతృప్తస్థితిలో ఉంచుటకు కాడ్మియమ్‌సల్ఫేట్ స్ఫటికములతో నిండి ఉండును. $20^{\circ}$ C వద్ద దీని విద్యుత్‌ప్రేషము 1.018 V. ఈరెండుఘటములు నిర్మించుటలో, వాటి నిర్మాణాంగములగు రాసాయనికద్రవ్యములు మిక్కిలిశుద్ధస్థితిలో ఉండవలెను. అదిగాక, వాడుకలో వీటిద్వారా అత్యల్ప

ములగు విద్యుత్ప్రవాహములే పంపవలెను. ఈ రెండవ పనికై ఘటముతోకూడా శ్రేణిలో ఉచ్చనిరోధము శాశ్వతముగ తగిలించుట కలదు. ఇవి బాగుగా పనిచేయవలెనని వీటి విద్యుత్ప్రేషమును విద్యుత్మాపకములతో కనుగొనరాదు. ఏలన, వోల్టుమాపకములో ఉచ్చనిరోధకము లేకపోవుటచే ప్రమాణ ఘటము ద్వారా విద్యుత్ప్రవాహము అధికముగా ప్రవహించుటచే ఘటస్థితి చెడిపోవును.

త. న. న. మూ.




కాడ్మియమ్ లేదా వెస్టన్ ప్రమాణఘటము.

**ప్రయోగశాల :** శాస్త్రవేత్తలు ప్రయోగములను చేయుటకు అనువుగా వివిధ పరికరములతో కూడి ఉన్న శాలను ప్రయోగశాల అందురు.

ఈ ప్రయోగశాలలను ముఖ్యముగా మూడురకములుగా విభజించవచ్చును. పాఠశాలలలోను, కళాశాలలలోను, ఉండు ప్రయోగశాలలు ఒకరకము. ఈప్రయోగశాలలందు పాత ప్రయోగములనే తిరిగి కావించి విద్యార్థులకు శాస్త్రపద్ధతిని గరపుదురు. ఇట్లుగాక, కొన్ని ప్రయోగశాలలలో కేవలము నూతనవిషయాన్వేషణదృష్టితోనే ప్రయోగములు జరుపుదురు. వీటికే పరిశోధనాగారములని కూడ పేరు. ఇక పారిశ్రామిక ప్రయోగశాలలని మరొకరకము ; వ్యాపారవస్తువులను లాభసాటిగా తయారుచేయుటకు అనువగు పద్ధతులను అన్వేషించుటకై ఇవి నిర్మితములు.

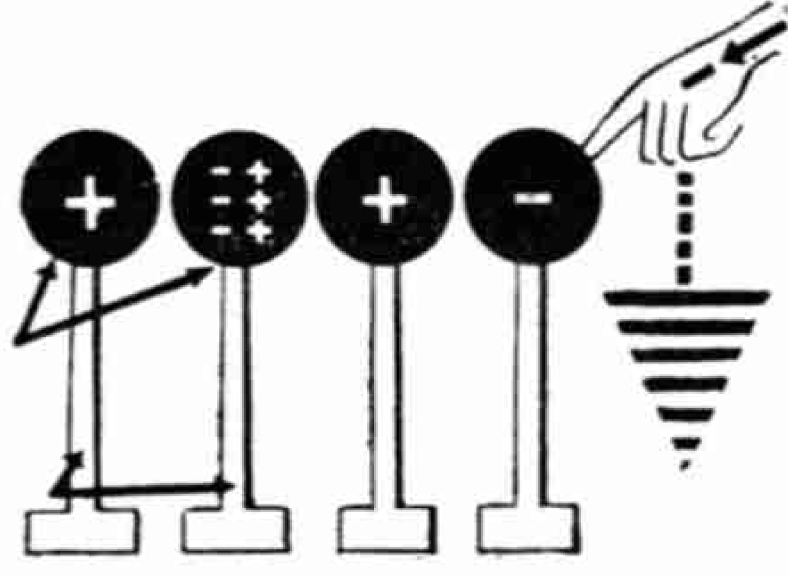
పూర్వకాలమందు ప్రయోగశాల లుండెడివికావు. పరమాణుభారములను నిర్ణయింపగలిగిన స్వీడన్ దేశపు శాస్త్రవేత్త బర్జీలియస్ యొక్క ప్రయోగశాల అతని వంట ఇల్లు! కాని, గత అర్ధశతాబ్దములో ప్రపంచమందు నలుమూలల అనేకప్రయోగశాలలు వెలసినవి. ప్రజల జీవితము శాస్త్రవృద్ధితో పెనవేసికొనిపోవడమే దీనికి కారణము. యుద్ధసమయములో కావలసిన ఆయుధసామగ్రి, శాంతి సమయములో మానవునకు ఆవశ్యకమైన జీవితావసర వస్తువులు - అన్నియు ఈప్రయోగశాలలలో తయారయినవే. తయారగుచున్నవి కూడాను.

ఇండియాలో కూడ స్వాతంత్ర్యానంతరము అనేక నూతన పరిశోధనాగారములు స్థాపించబడినవి. అందు న్యూఢిల్లీలోని జాతీయ భౌతిక విజ్ఞాన పరిశోధనాగారము, పూనాలోని జాతీయ రాసాయనిక శాస్త్రపరిశోధనాగారము, జంషెడ్పూరులోని జాతీయ ధాతుశోధన పరిశోధనాగారము ముఖ్యమైనవి. ఈ వివిధ పరిశోధనాగారములలో ఆయాశాస్త్ర విషయములకు సంబంధించిన నూతన పరిశోధనలు జరుగుచున్నవి. ఉదాహరణముగా సౌరశక్తి (సోలార్ ఎనర్జీ) ఉపయోగించి పని చేయు(సోలార్ కుకర్) ను, ఎన్నికలలో ఓటర్లకై, వ్రాసిన చెరిగిపోని సిరాయును న్యూఢిల్లీలోని జాతీయ భౌతికవిజ్ఞాన పరిశోధనాగారములో తయారయినవే.

మే. వ. స.

**ప్రరోచనము, విద్యుత్తు :** ఒకవాహకమునందు విద్యుదావేశమును కలిగించుటకు మూడువిధానములు ఉన్నవి. ఇందులో మొదటిరెండును వాహకములో విద్యుత్ప్రవాహమును ఉద్భవింపజేయును. మొదటిపద్ధతి : అయస్కాంత క్షేత్రములో వాహకమును కదలునట్లు చేయుట లేదా వాహకముచుట్టుఉన్న అయస్కాంత క్షేత్రబలమును శీఘ్రముగా మార్చుట. దీనికి విద్యుత్అయస్కాంతప్రరోచనమని పేరు. రెండవపద్ధతి : ఆవర్తివిద్యుత్తు (ఎ. సి.) ప్రవహించుచున్న ఒకవాహకముదగ్గర ఇంకొకవాహకమును ఉంచుట. దీనికి పరస్పరప్రరోచనము అని పేరు. మూడవ పద్ధతియే విద్యుత్ప్రరోచనము. దీనికి స్థిర విద్యుత్ప్రరోచనము అనికూడ పేరు కలదు.

ఘనవిద్యుదావేశము గల ఒకగోళము (క్రిందిచిత్రములో మొదటిగోళము) వద్దకు ఆవేశరహితమగు గోళమును ఒకదానిని తాకకుండు నట్లు తీసికొనివచ్చిన రెండవదానిలో విద్యుత్తు ప్రరోచితమగును. ఈ ప్రరోచనక్రియలో రెండవ గోళమందు ముందు సమతాస్థితిలో ఉన్న విరుద్ధావేశములు విడిపోయి, ఋణావేశములు మొదటిగోళము వైపు ఆకర్షించబడి రెండవగోళములో ఎడమవైపున ప్రోగగును. తత్ఫలితముగా ధనావేశములు ఆగోళముమీదనే కుడివైపున ప్రోగగును. ఈస్థితిలో రెండవగోళమును మొదటిదాని దగ్గరనుంచి దూరముగా తీసికొనిపోయినచో మొదటి గోళపు ప్రభావము దూరస్థమగుటచే రెండవగోళమందలి విరుద్ధావేశములు పరస్పరము రద్దుచేసికొని గోళము ఆవేశరహితమగును. కాని, మొదటిదానికి దగ్గరగా ఉన్నస్థితిలో, రెండవగోళమును మనచేతితో తాకిన మొదటిగోళమునకు దూరముగా ఉన్న ధనావేశము మనశరీరముగుండా భూమినిచేరి గోళముపై ఋణావేశము నిలిచి ఉండును. ఈపర్యవసానమును విద్యుత్ప్రరోచనమందురు. మే. వ. స.



స్థిరవిద్యుత్ప్రరోచనము

**ప్రరోచనవేష్టనము:** ఇది ఒకతీగచుట్ట. దీనిలోపల ఉన్న తీగచుట్టలలో ప్రవహించుచుండు ఋజు (డి. సి.) విద్యుత్ప్రవాహమునందు, పదేపదే విరామమును కలుగజేయుటచే, ఇందు ఆవర్తి (ఎ. సి.) విద్యుత్ప్రవాహము ప్రేరితమగును. ఇందు, పైనున్న రెండవతీగచుట్ట, లోనున్న తీగచుట్టకంటె చాల పొడవైనదగుటచే, పైతీగలో ప్రరోచితమగు ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహపుశక్మ ఋజుప్రవాహవిద్యుత్శక్మకన్న చాల హెచ్చుగ ఉండును. ఇదియే పరివర్తకక్రియాసూత్రము. ప్రరోచన పరివేష్టన ముఖ్యాంగము మెత్తటి ఇనుముతో తయారైన కాడల గుత్తిపై చుట్టబడిన పృథక్కృతమైన రాగితీగ. దీనిగుండ ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవహించుచుండును. దీనికి ఆద్య లేదా ప్రథమవేష్టనము అనిపేరు. దీనిపై పృథక్ కృత ద్వితీయవేష్టనము ఒకటి చుట్టబడి ఉండును. ప్రవాహభంజకము అను చిన్నఉపకరణముసహాయమున ఆద్యవేష్టనమందలి ఏకమార్గ ప్రవాహమును త్వరితముగ ఘటన, విఘటనలకు లోనుచేయుదురు. ఆద్యవేష్టనము ఒకవిద్యుత్ సంఘనకముతో కలిసి ఉండును. విఘటితమైనపుడు ప్రవాహము ప్రవహించుటకు మార్గమును గలుగచేయుటయును, భంజక సంస్పర్శబిందువుల మధ్య స్ఫులింగములు రాకుండచేయుటయును ఈసంఘనకముయొక్క ముఖ్య ప్రయోజనములు. ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము ఆద్యవేష్టనమును ప్రవేశించి, దానిలో ప్రవహించి, విద్యుత్ఘటమును తిరిగి చేరును. ఈ విద్యుత్ప్రవాహకారణమున ఆద్యవేష్టనపు ఆయసగర్భము అయస్కాంతితమగును. భంజకమునకు సంబంధించిన ఇనుపముక్క నొకదానిని, ఈఅయస్కాంతము తనవైపుకు లాగుకొనును. ఇది కారణముగ ఆద్యవేష్టనమందలి విద్యుత్ప్రవాహమునకు భంగము కలుగును. ఇట్టి స్థితిలో ఆయసగర్భము తనఅయస్కాంతత్వమును కోలుపోయి, భంజకమునకు చెందిన ఇనుపముక్కను వదలివేయును. భంజక పత్రము వెనుకకు దాటి మరల ప్రవాహ పరిపథమును సంవృతముగా ఒనర్చును. ఇప్పుడు మరల ఆయసగర్భము అయస్కాంతమై భంజకమునకు తగిలించిన ఇనుపముక్కను మరల ఆకర్షించును. ఇట్లు విద్యుత్ ప్రవాహపరిపథము అతిశీఘ్రముగా వివృతి, సంవృతి వినిమయములకు లోనగును. ద్వితీయవేష్టనములో తంతు వలయములసంఖ్య చాల ఎక్కువ కావున ఆద్యవేష్టన ప్రవాహమందు అతిశీఘ్రసంవృతి, వివృతి వినిమయసంపాదనచే, ద్వితీయవేష్టనమందు అత్యధికమగు శక్మప్రరోచితమగును. ద్వితీయ వేష్టనమందు ప్రవాహ పరిపథపు వివృతి సంవృతులలో విరుద్ధచిహ్నములుగల శక్మప్రరోచితమగుటచే, దాని అగ్రములనుండి లభించు విద్యుత్తు ఆవర్తి స్వభావము కలది. అనగా, ఒక అర్ధఆవృత్తిలో ఋణ విద్యుత్తు మరుచటిదానిలో ధనవిద్యుత్తు లభించుచుండును. అందుచే, ప్రయోగశాలలో ప్రరోచకవేష్టనమును ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రభవస్థానముగా ఉపయోగింతురు. నేడు పారిశ్రామిక విద్యుత్కార్యములందు ప్రరోచకవేష్టనముల స్థానమును, పరివర్తకములు, శూన్యనాళప్రదోళకములు ఆక్రమించినవి. కాని, మోటారుయంత్రములలో గాసోలీన్ వాయుమిశ్రమును జ్వలింప చేయుటకును. విద్యార్థి ప్రయోగశాలలలో ఆవర్తితవిద్యుత్ ప్రభవస్థానముగను చిన్నచిన్న ప్రరోచనవేష్టనములు ఇంకను వాడుకలో ఉన్నవి. మే. వ. స.

**ప్రవాహిస్థితిశాస్త్రము (హైడ్రోస్టాటిక్స్):** హైడ్రోస్టాటిక్స్ అను ఇంగ్లీషుమాటకు జలస్థితిశాస్త్రము అనిపేరు. ఈ శాస్త్రము ఒక్కజలస్వభావమునేకాక ఇతర ద్రవద్రవ్యముల, వాయుద్రవ్యముల స్వభావమునుకూడ చర్చించును. ద్రవద్రవ్యములకు, వాయుద్రవ్యములకు ప్రవహించుట సామాన్యసహజగుణమగుటచే ఈ రెండు స్థితులను ప్రవాహులు (ప్రవహించునవి) అని సామాన్యముగా చెప్ప

వచ్చును. ప్రవాహిధర్మనిరూపణ చారిత్రకముగా దృష్టాంత ప్రవాహియగు జలముయొక్క స్వభావపరీక్షతోనే ఆరంభ మగుటచే, ఈశాస్త్రమునకు జలస్థితిశాస్త్ర మని పేరు వచ్చినది. కాని, మనము ఈ శాస్త్రమునకు మనభాషలో నామకరణము చేయునపుడు ద్రవ, వాయు ద్రవ్యములకు సామాన్యనిరూపకమగు ప్రవాహిపదమును స్వీకరించుటయే సమంజసము. అందువలన ఈశాస్త్రమునకు 'ప్రవాహిస్థితి శాస్త్రము' అను పేరు ఉచితము. ఈ శాస్త్రము నిశ్చల ముగాఉన్న ప్రవాహముల, అనగా, ద్రవ, వాయుద్రవ్య ముల, సామాన్యస్వభావమును పరీక్షించును. చలించుచున్న ప్రవాహుల స్వభావమును నిరూపించునది హైడ్రాలిక్స్ (చలత్ ప్రవాహిశాస్త్రము) అను మరియొకశాస్త్రము ఉన్నది.

పాత్రప్రక్కలపై గాని, క్రిందితలముపై గాని, లేదా దాని సంపర్కములోఉన్న మరి ఏ ఇతరతలముపై గాని పాత్రలో నిశ్చలముగాఉన్న ప్రవాహి నెరపుబలము ఈశీర్షికలో చర్చనీయవిషయము. ఇదిగాక ప్రక్కప్రక్కలఉన్న నిశ్చల ప్రవాహి భాగములు ఒకదానిపై ఇంకొకటి ఎట్లు బలముల నెరవునో అనువిషయముకూడ చర్చించబడును.

ఏదేనితలముపై దాని అంటిపెట్టుకొనిఉన్న ప్రవాహి నెరపు బలమును విశదముగా తెలిసికొనుటకు $\Delta A$ అను ఆ తలపు అత్యల్పవైశాల్యముపై పరగు బలమును గణించ వలయును. అట్టి యూనిట్ రూపమునఉన్న వైశాల్యముపై పరచు బలమునకు ప్రవాహిప్రేషము అని పేరు. అత్యల్ప పరిమాణముగల వైశాల్యము $\Delta A$ పై నున్న ప్రవాహి బలము $\Delta F$ అనుకుందము. వైశాల్యము అత్యల్ప మగుటచే $\Delta A$ సమతలము అని భావించవచ్చును. అప్పుడు క్రింది ప్రమేయములను సాధించవచ్చును :

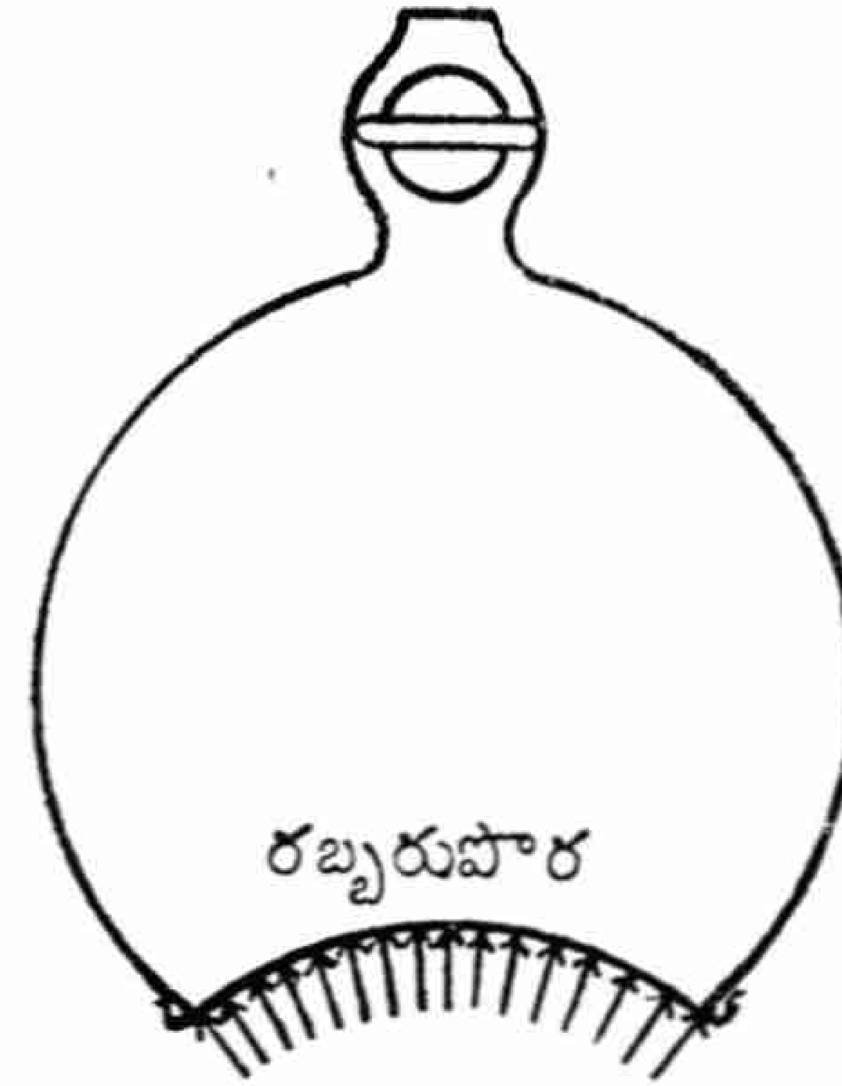
1. $\Delta F$, $\Delta A$ పట్టి ఉండును ;

2. $\Delta A$ కు ఎప్పుడును లంబదిశలోనే $\Delta F$ వ్యాపించును;

3. $\Delta A$ ఏ దిశకు అభిముఖముగానున్నను $\Delta F$ విలువ ఒక్కటే ;

4. $\Delta F/\Delta A$ అను భాగఫలము ప్రవాహియందున్న $\Delta A$పై నున్న ప్రవాహిప్రేషమును తెలుపును. ప్రవాహి ప్రేషసమగ్రనిరూపణ 1, 2, 3 అను పైని పొందుపరచిన ప్రమేయములపై ఆధారపడి ఉన్నది. ఈ సమగ్రనిరూప ణను చేసినవాడు బ్లెయిజ్ పాస్కల్ (1623-1662) అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుడు. $\Delta F/\Delta A$ వైశాల్యయూనిట్ పైనున్న ద్రవప్రేషమును తెలియచేయును. పైనిపేర్కొనిన 3 అను దానికి పాస్కల్ సూత్రము అని పేరు. దీనిని పై 1, 2ల నుండి సులభగణితమువలన సాధించవచ్చును. ప్రాయోగిక ముగా ఈ క్రిందివిధమున ఈసూత్రముయొక్క సత్యమును నిరూపించవచ్చును.

రబ్బరుపొరతో మూయబడిన ముఖముగల గిన్నె క్రింది చిత్రములో చూపబడినది. ఈగిన్నెలోఉన్న గాలిని కొంత వరకు రేచకయంత్రముచే పైకి వెడలనంపినచో రబ్బరు పొర లోపలికి లొత్తబడును. గిన్నెనోరు ఏ దిక్కునకు అభిముఖముగా పెట్టి నను లొత్తపడినపొర ఆకారము మారదు. ఈ ప్రయోగము 'గిన్నె చుట్టును ఉన్న వాతా వరణములోని ప్రేషము ఒకస్థానమున అన్ని దిక్కులను సమానముగా ఉండును' అన్న విషయ మును వెల్లడిచేయు చున్నది. ఈ గిన్నెను




అండాలోఉన్న నీటిలో ఒకపరిమితి గల లోతులోఉంచి, ఆ స్థానములో ఇటునటు త్రిప్పినకూడ లొత్తపడినపొర ఆకారము మారదని చూపించవచ్చును. ఈ ప్రయోగము ప్రవాహియందొక స్థానమున అన్ని దిక్కులను ప్రవాహి ప్రేషము సమానమని నిరూపించుచున్నది.

ప్రవాహియందు ఎల్లెడల ప్రేషము సమానమగునపుడు అట్టిప్రేషమును సమరూపప్రేషము అందుము. ప్రేషము విలువ, స్థానమునుపట్టి మారుచుండిన, అట్టిప్రేషమునకు విషమ రూపప్రేషము అందుము.

ఒకగదిలోఉన్న వాతావరణప్రేషము గదిలో క్రిందను గాని, మీదనుగాని, కుడివైపునగాని, ఎడమవైపునగాని ఎక్కడనైనను ఇంచుమించు ఒకరీతిగానే ఉండును. కాని, అండాలో నీటియందు ప్రేషము లోతునకు పోయినకొద్ది ఎక్కువ అగుచుండును.

ప్రవాహిపై భూమ్యాకర్షణబలము లేనిపరిస్థితులలో నిశ్చ లముగాఉన్న ప్రవాహిశరీరమందు ఎచ్చటనైన ప్రేషము ఏకరూపముగానే ఉండును. ప్రవాహిభూమ్యాకర్షణబల మునకు లోనైనపుడు ప్రవాహిశరీరమందు ప్రేషము అన్ని చోట్లను ఏకరూపముగా ఉండదు.

గంగాళములో ఉన్న నీటిపై భూమికి ఆకర్షణశక్తి ఉన్నది. అట్టినీటిలో ఏదేనిక్షితిజసమానాంతర సమతల ములో ఏదిక్కునైన ప్రేషము ఒక్కటియే.

నిజముగా భూమిగురుత్వాకర్షణబలమునకు వశముగాని ప్రవాహియే ఉండనేరదు. గాలిఅణువులు వ్యాకోచన

స్వభావము గలిగినవగుటచే గురుత్వాకర్షణశక్తిని కొంత ప్రతిఘటించును. అందుచే, గాలి గురుత్వాకర్షణశక్తికి లోనుగానట్టి ప్రవాహిగుణమును కలిగియున్నదనుకొనవచ్చును. జలమువలె సాంద్రమగు ప్రవాహిపైనయినను గురుత్వాకర్షణబలము ఉండకతప్పదు. అట్టి ప్రవాహిలో లోతు ఎక్కువగుకొలది ప్రేషముకూడ ఎక్కువగుచుండును.

ద్రవపు పైతలమున ప్రేషము $p_1$ యున్న, x సెంటీమీటరుల లోతున ప్రేషము p యున్న అయినపుడు $p = p_1 + x\delta g$ అను సమీకరణమును సులభగణితముతో సాధింపవచ్చును. ఇక్కడ '$\delta$' ద్రవసాంద్రత, 'g' గురుత్వాకర్షణఫలమగు త్వరణము. ఈసమీకరణమును ఈ క్రింది విధమునకూడ వ్రాయవచ్చును. $p - p_1 = x\delta g$ x ను సెంటీమీటరులలోను, $\delta$ ను క్యూబిక్ సెంటీమీటరునకు ఇన్ని గ్రాములు అని గ్రాములలోను, g ని సెంటీమీటరు$^2$లలోను తెలిపిన $(p - p_1)$ డైన్‌లలో సిద్ధమగును. (చూ. ఆర్కిమీడీజ్ సూత్రము). మే. వ. స.

**ప్రస్ఫురణము** : చూ. కాంతి భౌతికశాస్త్రము.

**ప్రాసియోడిమియమ్**: రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 59 ; సంకేతము Pr ; పరమాణుభారము 140·91 ; దీని ఉనికిని ఔర్ ఫాన్ వెల్జ్‌బాక్ 1885 లో కనుగొనెను. ద్రవాంకము 935°C ; విశిష్టగురుత్వము 6·48 ; పింగాణి, గాజు పరిశ్రమలో వాడుదురు. * * *

**ప్రీస్ట్‌లీ, జోసెఫ్** (1733 - 1804) : ఇంగ్లీషు రాసాయనికుడు ; ఆక్సిజన్ ఆవిష్కర్త ; (చూ. రాసాయనిక విజ్ఞానము నవీనయుగము - పు. 79).

**ప్రేరణము** (కెటాలిసిస్) : అల్ప పరిమాణముగల ద్రవ్యము ఒకటి శాశ్వత పరివర్తనమును పొందకుండ, రాసాయనికపు మార్పుగల వేగమును మార్పు(హెచ్చింపు, లేదా తగ్గింపు) చెందునట్లు చేయు విధానమును ప్రేరణమందురు. మార్పుయొక్క వేగమును హెచ్చుంచువిధానమును పోషక ప్రేరణమనియు, తగ్గించు విధానమును నిరోధక ప్రేరణమనియు అందురు. అట్టి మార్పులను కలుగజేయు ద్రవ్యములను క్రమముగా పోషకములు, నిరోధకములు అని వ్యవహరింతురు. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ విషయమున మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ పోషకము : ఆసిటానిలైడ్ నిరోధకము.

కొద్దిపాటి ప్రేరకము ఎంత పరివర్తనమునైనను సాధించగలదు. అనగా దాని సామర్థ్యమునకు మేరయే లేదు. మార్పు ముగిసిన వెనుక ప్రేరకమును పూర్తిగ సంపాదింపవచ్చును. పరివర్తనీయ క్రియలయందలి రెండు ప్రక్రియల గమనవేగము అది సరిసమానముగా మార్చును. ఆ కారణమున సమానస్థితిమారదు. ప్రేరకము రాసాయనిక ప్రక్రియల గమనవేగమును మార్చగలదేకాని వాటిని ఆరంభించలేదనువాదమునకు నేటికాలమున ప్రాముఖ్యములేదు.

ఇతర ద్రవ్యములు అత్యల్పముగ ప్రేరకములందు చేరి ఉండుటవలన వాని ప్రేరకధర్మములు మారును. చేరికవలన ప్రేరకముల సామర్థ్యమును వెంపొందించు ద్రవ్యమును వర్ధకము అనియు, హీనపరచుదానిని ప్రేరకగుణనిరోధకము లేదా విషమనియు అందురు. హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్‌ల నుండి అమోనియాను తయారుచేయు ప్రేరణ విధానమున ఇనుము ప్రేరకమును ఉత్తేజింపజేయు వర్ధకము అల్యూమినియము ఆక్సైడ్. అదే మార్పునందు కార్బన్‌మోనాక్సైడ్, ఆర్సీన్ (పాషాణము హైడ్రోజన్ యోగికము), ఫాస్ఫీన్ (భాస్వరము హైడ్రోజన్ యోగికము), హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్, ప్రేరకగుణనిరోధకములుగా ఆచరించును.

సంయోగించు ద్రవ్యములును, ప్రేరకమును ఒకేస్థితియందు ఉన్నచో ఆ మార్పును సజాతీయప్రేరణము అందుము. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ఛేంబర్ విధానమందు (చూ. పు. 315) సంయోగద్రవ్యములగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్, ప్రేరకద్రవ్యముఅగు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ ఈ మూడును వాయుస్థితిలో ఉండును. గనుక, ఈ విధానము సజాతీయ ప్రేరణమునకు ఉదాహరణము. ఇట్లే పంచదారద్రావణమును గ్లూకోస్‌గాను, ఫ్రక్టోస్‌గాను విచ్ఛేదించు ప్రేరకద్రవ్యముఅగు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌కూడ ద్రావణస్థితియందు ఉండుటచే ఇదికూడ సజాతీయప్రేరణ వ్యవస్థయే.

సంయోగద్రవ్యములు, ప్రేరకద్రవ్యము వేరువేరు స్థితులందు ఉన్నచో ఆ మార్పును విజాతీయప్రేరణము అందురు. సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్‌నుతయారుచేయు ప్రక్రియయందు సంయోగద్రవ్యములగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్ వాయుస్థితిలోను, ప్రేరకద్రవ్యమగు ప్లాటినమ్ ధాతువు ఘనస్థితిలోను ఉండుటచే ఈ విధానము విజాతీయ ప్రేరణము అని అనిపించుకొనును.

సంయోగఫలముగా లభించిన ద్రవ్యమువలన చోదితము అగు క్రియలకు స్వతఃప్రేరితములు (ఆటో-కెటాలిసిస్) అందురు. కొన్ని రాగి మేకులపై నైట్రిక్ ఆసిడ్ పోసినపుడు ప్రారంభమున రాసాయనికక్రియ గుర్తించుటకు వీలులేనంత మందముగా ఉండును. కాని కొన్నినిమిషములైన తరువాత రాసాయనికపు మార్పు అత్యంతశీఘ్రగమనముతో నడచును. దీనికి కారణము నైట్రిక్ ఆసిడ్ రాగితో సంయోగించుటవలన ఏర్పడిన ఫలితద్రవ్యమగు

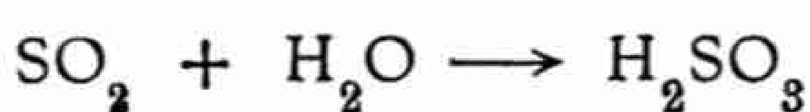
నైట్రస్ ఆసిడ్ ప్రేరకముగా ఆచరించును. ప్రారంభమున నైట్రస్ ఆసిడ్ లేకపోవుటచే క్రియావేగము చాల మందముగా ఉండును. నైట్రస్ ఆసిడ్ రూపుమాపు యూరియాను కొంచెము ప్రక్రియకు ప్రారంభమున కలిపినచో నైట్రిక్ ఆసిడ్ రాగితో సంయోగించు చిహ్నాలే ఉండవు. అందువలన నైట్రస్ ఆసిడ్ ఈ ప్రక్రియయందు ప్రేరకమను ఊహ రుజువు చేయబడినది.

పై ప్రక్రియలో సంయోగఫలమగు నైట్రస్ ఆసిడ్ ప్రక్రియావేగమును పెంపొందించి పోషకముగా ఆచరించినది. సంయోగఫలము నిరోధకముగా ఆచరించు ప్రక్రియలు కూడ కలవు.

ఉదా: నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినప్పుడు ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ కార్బన్ మోనాక్సైడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, నీరు, ఈ మూడు ద్రవ్యములుగా విడిపోవును. ఈ విచ్ఛేదన కార్యమందు ఏర్పడిన నీరు ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ విచ్ఛేదనక్రియయొక్క వేగమును తగ్గించును. అందువలన ఈ ప్రక్రియ స్వీయనిరోధకముగా కన్పట్టుచున్నది.

ప్రేరకద్రవ్యముల పరిమాణము ఎంత హీనముగా ఉన్నను రాసాయనిక ప్రక్రియలు కొనసాగుచు ఉన్నవి. అనగా సామాన్యరాసాయనిక ప్రక్రియలకు అన్వయించు భారనియమములు ప్రేరకద్రవ్యములకు వర్తించవు. ఇట్టి విచిత్ర ప్రక్రియలు ఎట్లు జరుగును అను విషయమును వివరించుటలో రెండు సిద్ధాంతములు ప్రచారములో ఉన్నవి: 1. మాధ్యస్థయౌగికవాదము; 2. అధిచూషణ వాదము.

**మాధ్యస్థయౌగిక వాదము:** సంయోగ ద్రవ్యములలో ఒకటి ప్రేరకముతో సంయోగించి అత్యంతాస్థిరము, అందువలననే చురుకైనదియు అగు మాధ్యస్థద్రవ్యము ఏర్పడును. ఈ మాధ్యస్థద్రవ్యము మిగిలిన సంయోగద్రవ్యముతో సంయోగించి, ఫలితద్రవ్యము, మరల ప్రేరకము తయారు అగునని ఈ వాదమునందు భావింపబడుచున్నది. ఇందుకు ఉదాహరణము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటకు వాడుకలో ఉన్న ఛేంబరు విధానములో మొదట సంయోగ ద్రవ్యములలో ఒకటియగు సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ నీటిఆవిరితో సంయోగించి సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ ఏర్పడును:



$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

ఈ సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ వాయుమిశ్రములో ఉన్న నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌తో సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్‌ను ఏర్పడును:



$$H_2SO_3 + NO_2 \longrightarrow NO + H_2SO_4$$

ఈ విడివడిన నైట్రిక్ ఆక్సైడ్ వాయుమిశ్రములో ఉన్న ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించి మరల నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్ ఏర్పడును:



$$2\,NO + O_2 = 2\,NO_2$$

ఇటులనే ప్రక్రియ ఆవర్తక్రమమున నడచుచుండును.

**అధిచూషణ వాదము:** ప్రధానముగా విజాతీయ ప్రక్రియలలో సంయోగద్రవ్యములు వాయుస్థితిలోగాని, ద్రావణ స్థితిలోగాని ఉండవచ్చును. ప్రేరక ద్రవ్యముఎప్పుడును ఘనస్థితిలో ఉండును. అణుసాంద్రత హెచ్చగుకొలది రాసాయనిక క్రియావేగము వృద్ధిచెందును. ఘనస్థితిలో ఉన్న ప్రేరకద్రవ్యముయొక్క ఉపరితలముపై సత్వయుత స్థానములు ఉండుననియు, సంయోగద్రవ్యములు ఆ స్థానములపై ప్రోగగుటచే వాటి అణుసాంద్రత అధికమై ప్రక్రియావేగము వృద్ధిపొందుననియు ఈ వాదమునందు సూచించబడినది. ప్రేరకద్రవ్యముల ఉపరితల విస్తారమే ఈ ప్రేరకమునకు కారణము అను అభిప్రాయము ప్రయోగముచే రుజువుచేయవచ్చును. ఘనస్థితిలోఉన్న ప్రేరక ద్రవ్యము ఎంత సూక్ష్మవిభక్త స్థితిలో ఉండిన దాని ప్రేరక ప్రభావము అంత ఎక్కువ అగును.

ఏలన ఒక ఘనద్రవ్యము సూక్ష్మముగా విభజించబడు కొలది దాని ప్రత్యేకకణముల మొత్తపు ఉపరితలము హెచ్చగుచునే ఉండును. అందువలననే ధాతువులు సూక్ష్మ విభక్తస్థితియందే ప్రేరకములుగా పనిచేయును. కాని సంయోగద్రవ్యములన్నియు ప్రేరకద్రవ్యోపరితలముపై సమానముగా ప్రోగైనచో ప్రక్రియ సాగదు. ఏలన ప్రోగైనద్రవ్యములు ప్రేరకద్రవ్యములతో సంయోగించి అస్థిరమగు యౌగికములు ఏర్పడును. ఈ యౌగికములు ప్రేరకద్రవ్యోపరితలముపై బంధితములై ఉండుటచే, వాటి స్వేచ్ఛాగమనమును కోలుపోవును. ఇట్లు సంయోగ ద్రవ్యములన్నియు ప్రేరకద్రవ్యోపరితలముపై తగులుకొనిన ప్రక్రియ జరుగుటకు కావలసిన సంయోగద్రవ్యముల సంఘర్షణకు అవకాశమే లేదు. అట్లుగాక సంయోగ ద్రవ్యములలో ఏదయినఒకటి ప్రేరకతలముపై ప్రోగైనచో దాని అణువులు అచలస్థితిలో ఉండును. ఇట్టి బంధితాణువులతో వాయుస్థితియందుగాని, ద్రావణస్థితియందుగాని స్వేచ్ఛగా చలించుచున్న తక్కిన సంయోగద్రవ్యాణువులు సులభముగా సంఘర్షించును. అందువలన రెండు సంయోగ ద్రవ్యములు వాయుస్థితిలోగాని, ద్రావణస్థితిలోగాని ఉన్నప్పటికన్న ఒకటి బంధితమైయున్న అవస్థలో సంయోగాణువుల మధ్య జరుగు సంఘర్షణల సంఖ్య అమితముగా పెరుగును. పరుగెత్తుచున్న వానిని పట్టుట కష్టము

ంధితుడు సులభముగా పట్టువడును. ఈ సంఘర్షణ ంఖ్యాతిశయమే ప్రక్రియా వేగమునకు కారణము.

సంయోగశీలములగు ద్రవ్యాణువులు సంఘర్షించి లితద్రవ్యములు ఏర్పడుటకుముందు అణువులు ఉత్తేజితమై ండవలెను. ఉత్తేజితాణువులు అనగా వ్యవస్థలోఉన్న ామూలు అణువులకన్న ఏవిధముచేనైన హెచ్చుశక్తిని ంపాదించిన అణువులు. ఉత్తేజనశక్తిరాశి అధికమగుచో ానిని అణువులు సులభముగా సంపాదించలేవు; కనుక ప్రక్రియ వేగముగా జరుగదు. దీనికొక ఉదాహరణము: సినీమా టిక్కెట్టు విలువ మిక్కిలి ఎక్కువైనచో సామాన్య మానవునికి అందుబాటులో ఉండదు. ఎవరో కొద్దిమంది నికులే ప్రదర్శనమును చూచుట జరుగును; అనగా సినీమాప్రేక్షకులసంఖ్య తగ్గును. అట్లుకాక టిక్కెట్టువిలువ తక్కువైనచో సామాన్యజనుని అందుబాటులో ఉండును. ఈ సౌలభ్యముచే ప్రేక్షకులసంఖ్య అధికమగును. అటులనే ఉత్తేజనశక్తి అధికమైనచో దానిని సంపాదించగలఅణువులు చాలకొద్దిగా ఉండును; ప్రక్రియ మందముగా సాగును. ఉత్తేజనకు ఆవశ్యకమగుశక్తి తక్కువైనకొలది ఈశక్తిని సంపాదించగల అణువులసంఖ్య ఎక్కువగును; ప్రక్రియ శీఘ్రముగా సాగును. ఈ సూచనలననుసరించి ప్రేరక ద్రవ్యముయొక్క చర్యను బోధపరచుకొనవచ్చును. ప్రేరకము ఎటులనో ఉత్తేజనకు కావలసినశక్తిని తగ్గించి ప్రక్రియ యందు మార్పునుచెందు అణువులయొక్క సంఖ్యను హెచ్చించును. అందుచే ప్రక్రియావేగము అధికమగును. ఇది సజాతీయ,విజాతీయ ప్రేరణములు రెండింటికిని సామాన్యము.

ప్రేరకముగ వర్తింపని ద్రవ్యములు, తత్ప్రక్రియాచోదితములుకాని మార్పులు, లేవని భావింపబడుచున్నది.

ఆధునికకాలమున అమోనియా, సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్, నైట్రిక్‌ఆసిడ్, బొగ్గునుండి పెట్రోలియమ్, నూనెలనుండి డాల్డావంటి వస్తువులు, ఇవిఅవి అననేల మానవ భోగోపకరణములన్నియు పారిశ్రామికముగా ప్రేరక విధానమునసే తయారగుచున్నవి.

ప్లాటినమ్, ఇనుము, నికెల్ మున్నగు ధాతువులు- నీరు, హైడ్రోజన్‌అయన్, హైడ్రాక్సిల్‌అయన్, ఎన్‌జైమ్‌లు (కిణ్వద్రవ్యములు), సులభముగా ఆక్సీకరించబడు, లేదా అక్సీహరించబడు ద్రవ్యములు-ప్రేరకములందు ఎన్నదగిన ద్రవ్యములు. ప్రేరకములలో కిణ్వద్రవ్యములు చాల సుకుమారములై తాపమునకోర్వలేని విశిష్టధర్మములు కలవి. డి. సు. రా.

**ప్రామెతియమ్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 61; సంకేతము Pm; పరమాణుభారము 147; దీనికి మరొక పేరు 'ఇలినియమ్'; దీని ఉనికిని 1924 లో హాప్‌కిన్జ్‌హారిస్ కనుగొనెను. దీనిగుణములు సరిగా నియోడిమియమ్‌ను సమేరియమ్‌ను పోలిఉండును. దీనిని భాస్వర పరిశ్రమలో ఉపయోగింతురు. * * *

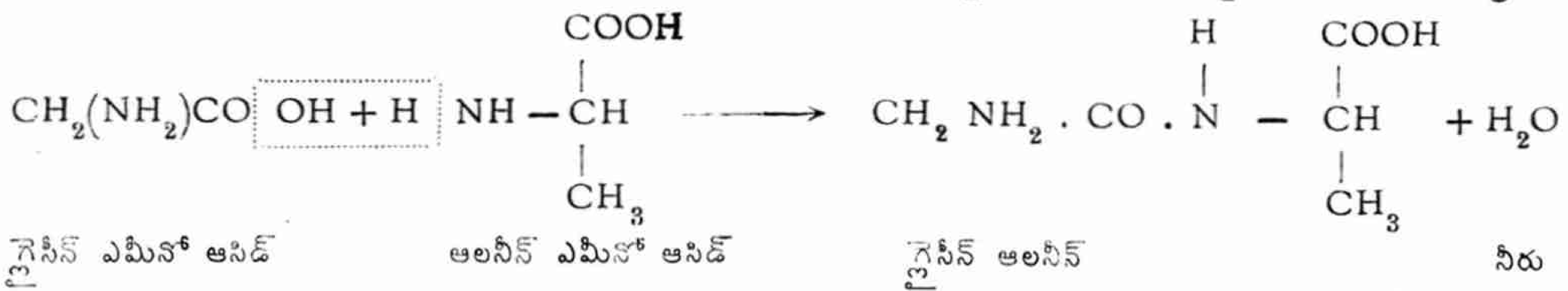
**ప్రోటాక్టినియమ్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 91; సంకేతము Pa; పరమాణుభారము 231 (స్థూలరాశి). దీని ఉనికిని 1918 లో ఆటోహాన్, లీమైట్నర్ కనుగొనిరి. * * *

**ప్రోటాన్:** పరమాణుకేంద్రకము; ధనావిష్టమైనది. హైడ్రోజన్ కేంద్రకమందున్న ప్రోటాన్ ఒక యూనిట్‌గా స్వీకరించబడినది; దాని విద్యుదావేశము ఒక యూనిట్ ధనావేశము. యురేనియమ్ పరమాణు కేంద్రకమందు 92 ప్రోటాన్‌లు కలవు. ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశి ($M_p$) = $1.6725 \times 10^{-24}$ గ్రాము; ప్రోటాన్ విశిష్టావేశము ($e/M_p$) = $2.8712 \times 10^{14}$ ఎలక్ట్రోస్టాటిక్ యూనిట్‌లు/గ్రాము (చూ. భౌతిక విజ్ఞానము: 20వ శతాబ్దము-పు. 48; 51, 52; అనిశ్చయతాసూత్రము-పు. 139; అయన్‌లు - అయనీకరణము-పు. 144; ఆమ్లములు - లవణాధారములు-బ్రన్‌స్టెడ్ సిద్ధాంతములు-పు. 172; ఆల్ఫాకణములు-పు. 199; కేంద్రకము-పు. 291; పరమాణురచన; పరమాణు విజ్ఞానము; మౌలికకణములు; రేడియోధార్మికత.) * * *

**ప్రోటీన్‌లు:** జీవవ్యవస్థల పరిశీలన వాటి రచనయందు, ప్రవృత్తియందు పాల్గొను ప్రధాన ద్రవ్యములు ప్రోటీన్‌లన్న పర్యవసానమునకు మనలదార్చినది. ఈ ప్రోటీన్‌ల సతత పరిణామమే జీవి లక్షణము. ఇవి అన్నియు అతి క్లిష్టరచనగల కార్బన్ - నైట్రోజన్ యౌగికములు. ఎడనెడ గంధకము, భాస్వరముకూడ ఈ యౌగికముల కన్పట్టును సాధారణముగ ఖనిజరాసాయనికశాస్త్రమందు మనకు తారసిల్లు తక్కిన కార్బన్ యౌగికములతో సరిపోల్చిచూచినచో ఇవి చాల పెద్ద అణుభారములు కలవి. పదివేలనుండి కొన్నివందల లక్షలవరకు ఈ అణుభారములు ఉండును. ఇంత క్లిష్టరచనగల యౌగికములను జలద్రావణమందు వేడిచేయబడినపుడు చాల సరళరచన గల ఎమీనో ఆసిడ్‌ల క్రింద విడిపోవును. అసలు ఎమీనో ఆసిడ్‌ల సంఖ్య ఇంతకన్న ఎక్కువైనను, ప్రోటీన్ ఘటకములుగ అచరించునవి ఇరువదియే కలవు.

20వ శతాబ్దపు పూర్వార్ధమందు ఎమిల్‌ఫిషర్ అను జర్మను రాసాయనికుడు ఒక ఋజుక్రమములో ఒక ఎమీనో ఆసిడ్‌గణములో ఇంకొకదాని ఎమీనో గణములంకెను పర్చరచుకొని (ఈ లంకెకు 'పెప్‌టైడ్ లంకె' అనిపేరు), అనగా ఎమీనో ఆసిడ్‌యొక్క హైడ్రాక్సిల్ గణము,

ఇంకొక దాని ఎమినో గణమునకు చెందిన హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో కలసి, నీరు వేరై ఒక పెప్టైడ్ లంకె ఏర్పడును.




ప్రోటీన్లన్నియు 20 ఎమినో ఆసిడ్ల నుండియే రచింప బడుటచే, వాటి జీవ ప్రవృత్తులలో కన్పట్టు భేదము వాటి రచనాక్రమముపైన ఆధారపడి ఉండును. వాక్యము యొక్క అర్థము అక్షర సమామ్నాయమునకు చెందిన వేరువేరు అక్షరముల క్రమ విన్యాస వ్యత్యాసము బట్టి ఉండునట్లు.

ప్రోటీన్ల ఘటకములగు ఎమినో ఆసిడ్లలో (ఒక్క గ్లైసీన్ తప్ప విడచి) α - కార్బన్ పరమాణువు* నాలుగు యోజనీయతలును నాలుగు వేరువేరు గణముల ఉపయోగించుకొనినవి. అందువల్లనది అస్థావ గుణముకలది. దీనిమూలమున ఎమినో ఆసిడ్లు ద్వివిధచాక్షుష రూపములలో ఉండును. ప్రోటీన్ల విభజనవలన లభ్యములగు ఎమినో ఆసిడ్లు అన్నియు అపసవ్య సమాంగరూపములు. వీటి అపసవ్య సమాంగరూపత కారణముగ, ప్రోటీన్లలోఉండు ఎమినో ఆసిడ్ల గొలుసు - మొత్తము కార్క్‌స్క్రూ ఆకారమును స్వీకరించి కుండలీకృత స్థితిలో ఉండును.

ఉత్పాదక ప్రోటీన్లు : జీవద్వ్యవస్థల వృద్ధి, క్షేమము, పునరుత్పత్తి వీటికి ప్రధానమగు వివిధ కార్బన్ యౌగికములను ఉత్పాదించుట ప్రోటీన్ అణువుల ముఖ్యకార్యము. ఇట్టివి మూడు విధములగు ప్రోటీన్లు కలవు : జీర్ణకారి ఎన్‌జైమ్‌లు : ట్రిప్సిన్, అమిలేజ్, లైపేజ్ ; శాసన ఎన్‌జైమ్‌లు : హెక్సోకైనేజ్, ఆక్సిమెరేజ్, జైమోహెక్సేజ్ ఇత్యాదులు ప్రోటీన్‌హార్మోన్లు మూడవతరగతికి చెందినవి. ప్రోలేక్టిన్ - (పాలఉత్పత్తిని నియంత్రించునవి), ఇన్సులిన్ పంచదార పచనమును నియంత్రించునది ఇత్యాదులు.

ఇవిగాక - S - S - (గంధక పరమాణుజంట) బంధములు గల ప్రోటీన్లు కలవు ; ఇవి వెంట్రుక, ఉన్ని, గోరు, కొమ్ము, డెక్క వీటిలో ముఖ్యమైన అంశము. వీటికి 'కిరేటిన్లు' అని పేరు.

---

* కార్బాక్సిల్ గణమునకు వెనుకఉన్న కార్బన్ పరమాణువు.

చలన ప్రయోజక ప్రోటీన్లు : జీవుల చలనమునక కారణములు, మైయోసిన్, ఆక్టిన్ అట్టివి. ఇన్నిటి కన్న జీవిప్రవృత్తియందు ప్రధాన తమ వ్యాపారమున నెరపెడు ప్రోటీన్లు జీవినుండి జీవి పునరుత్పాదన యంద పాల్గొనునవి. ఇట్టి ప్రోటీన్లు జీవకణమందు తయారగును. వీటి ఉత్పత్తి కేంద్రములు ప్రతి జీవకణమందుండ క్రోమోజోమ్‌లు. మే. వ. స

**ప్లాటినమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 78 ; పరమాణు భారము 195·09, సంకేతము Pt ; విశిష్టగురుత్వము 21·45 ; సాధారణముగా విడి ధాతువుగాగాని, లేదా దానికి రాసాయనికముగా సదృశములైన ధాతువులు కలిసిఉన్న ధాతుమిశ్రముగాగాని ప్లాటినమ్ ప్రకృతిలో రేణువుల రూపమున దొరకును రష్యాలో వండలి భూములయందు ఈధాతువు మెండుగా దొరకును. కెనడాలో ఒంటారియో పరగణాలో సడ్‌బరీ అనుచోట నికెల్ ఖనిజములతో కలసి ప్లాటినమ్ దొరకును నికెల్ తీసివేయగా మిగులు ద్రవ్యమునుండి ప్లాటినమ్ ధాతువును నేడు సాధించుచున్నారు. ప్లాటినమ్ ఇరిడియమ్ పెల్లేడియమ్, ఆస్మియమ్, రోడియమ్, రుదెనియమ్ అను ప్లాటినమ్ వర్గమునకుచెందిన ధాతువు లన్నియు కలసి ఉన్న ఖనిజములే సాధారణముగా లభ్యమగును వాటితోపాటు బంగారముకూడ ఖనిజములలో కలిసి ఉండును.

ధాతుసాధన : దానికి సదృశములగు ధాతువులనుండి ప్లాటినమ్ వేరుచేయుట చాల కష్టము. ఈ విధానము యొక్క వివరములు వ్యాపార రహస్యములు ; కాని తెలిసినంత వరకు క్రింది విధమున ధాతుసాధన జరుగును ఖనిజమును మొదట మహాద్రావకము (ఆక్వారెజియా)తో మరగింతురు. మిగిలియున్న నైట్రిక్‌ఆసిడ్, చాలమట్టుకు హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్ ద్రావణమునుఇగుర్చుట వలన పైకి పోవును. ద్రావకములో కరుగగ మిగిలియున్న అద్రావ్య ద్రవ్యమును వడపోతచే తీసివేయుదురు. ద్రావణమును మరగించి, దానికి అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌ను కలుపుట వలన అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌తో ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ కలిసి అమోనియమ్ ప్లాటినమ్‌క్లోరైడ్ $[(NH_4)_2 PtCl_6]$ అను పేరుగల క్లిష్టయౌగిక రూపమున ప్లాటినమ్ అవక్షేపముగా

లభించును. ఈ క్లిష్ట యౌగికరూపమున కాల్చుటవలన స్పాంజివలె మెత్తగా ఉండు ప్లాటినమ్ ధాతువు ఏర్పడును. ఈ స్పాంజివంటి ద్రవ్యమును సుత్తులతో బాదినచో ఘనీభూతమైన ధాతువు లభించును.

పరిశోధనాగారమందు రాసాయనికుడు అనేకవిధములగు ప్లాటినమ్ పరికరములను ఉపయోగించును. లవణముల జ్వాలాపరీక్షకు తీగ; ద్రవ్యములను వేడిచేయుటకు మూసలు, బేసిన్‌లు మొదలగునవి వాడుకలో ఉన్నవి. పారిశ్రామిక రాసాయనికమందుకూడ దీని ఉపయోగము మెండు. ముఖ్యముగా సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ అమోనియా నుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటకు ప్రేరకద్రవ్యముగా ధాతువు వాడుకలో ఉన్నది.

దంతములు కట్టుటకును, ఫోటోగ్రఫీలోను, నగలకును, శస్త్రచికిత్సా పరికరములకును ప్లాటినమ్ ఉపయోగ్యము. గాజుతో సమానమగు వ్యాకోచగుణము కలది అగుటచే ప్లాటినమ్ తీగను గాజుగొట్టములలోపల అతిసులభముగా ఛిన్నములులేకుండా అతుకవచ్చును. మంచి విద్యుద్వాహకము అగుటచే విద్యుత్‌దీప పరిశ్రమయందుకూడ ఇది హెచ్చుగా వాడుకలో ఉన్నది. మలామా చేయుటకును, పాళీమొనలకును, రేడియో వాల్వుల నిర్మాణమందును, కుండలలోను బట్టలకు రంగువేయుటలో కూడ కొద్ది కొద్దిగా వాడుకలో ఉన్నది.

యౌగికములు: ప్లాటినమ్ మహాద్రావకములో కరగి క్లోరోప్లాటినిక్ ఆసిడ్ ($H_3PtCl_6$) ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును ఇగిర్చి మందతాపమున వేడిచేసినచో ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ ($PtCl_4$) లభించును. దీనిని నీటిలో కరగించి స్ఫటికీకరించినచో ఇటుకరంగుగల ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికములు లభించగలవు. కాని మహాద్రావకములో ప్లాటినమ్‌ను కరగించగా వచ్చిన ద్రావణమును ఇగరపెట్టినపుడు లభ్యమగు క్లోరోప్లాటినిక్ ఆసిడ్ యొక్క స్ఫటికములకే ప్లాటినమ్‌క్లోరైడ్ అని వ్యవహారము.

క్లోరోప్లాటినిక్ ఆసిడ్‌ను పొటాసియమ్ లవణద్రావణమునకు చేర్చినచో, పొటాసియమ్‌క్లోరోప్లాటినేట్ (పసుపుపచ్చ స్ఫటికములు) అవక్షేపముగా లభించును. ఈ స్ఫటికములు నీటిలోకన్న ఆల్కహాల్‌లో తక్కువగా కరుగును. ఈ అవక్షేపకార్యము సోడియమ్‌నుండి పొటాసియమ్‌ను భిన్నముగా గుర్తించుటకు ఉపయోగించును. వి. గో. కృ.

**ప్లాటినమ్‌ధాతువులు**: రుదేనియమ్ (Ru), రోడియమ్ (Rh). పెల్లేడియమ్ (Pd), ఆస్మియమ్ (Os), ఇరిడియమ్ (Ir), ప్లాటినమ్ (Pt) అను ఈధాతువులన్నియు చాల అరుదుగా దొరకునవి. భూపృష్ఠమందలి అగ్నిశిలలో రుదేనియమ్ లేశములును, రోడియమ్ $10^{-7}$% పెల్లేడియమ్ $10^{-6}$%, ఆస్మియమ్ లేశములు, ఇరిడియమ్ $10^{-7}$%, ప్లాటినమ్ ($5 \times 10^{-7}$%) ఉండును. కాని ఈ ధాతువులు కల కొన్ని ఖనిజములు యూరల్ పర్వతప్రాంతము, కొలంబియా, ఒంటారియో, ట్రాన్స్‌వాల్ ప్రదేశములలో పుంజీభూతమైన నిక్షేపములుగా దొరకును. గాలిలో మార్పు చెందకుండుట, కాంతి, ముఖ్యముగా రాసాయనిక ప్రక్రియా ప్రేరకగుణములు - విలువఎక్కువైనను వీటిని వాణిజ్యద్రవ్యములుగా ఒనర్చినవి. ఈ ధాతువుల పరిగణనీయమైన ధర్మము వాటి శ్రేష్టత్వము. ఇందులో ఇవి బంగారమును పోలి ఉన్నవి. ఈ గుణము వీటికి వీటి అత్యుచ్చద్రవాంక, క్వథనాంకములవలన చేకూరినది. రాసాయనిక జడత్వము స్వీకరించుటకూడ వీటి సామాన్యధర్మమై ఉన్నది. శ్రేష్ఠతములైనప్పటికిని కొన్ని రాసాయనిక ద్రవ్యములతో ఇవి సంయోగించును. ఇట్లు సంయోగించుటలో వాటిలో అవికొన్ని భిన్నప్రవృత్తులను చూపును. ప్లాటినమ్, ఆస్మియమ్, పెల్లేడియమ్ మహాద్రావకములో కరుగును. పెల్లేడియమ్ నైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో కరుగును. కాని తక్కినవి ఈ ద్రావకమునకు లొంగవు. క్షారముతోను, ఆక్సీకారులతోను కలిపి, వేడిచేసి కరగించినపుడు ఆస్మియమ్, రుదేనియమ్ $M_2OsO_4$,$M_2RuO_4$ సాంకేతికముగల యౌగికములను ఇచ్చును; తక్కినవి అట్లీయవు. ఆక్సిజన్‌కు ప్లాటినమ్‌పై చర్యలేదు. కాని ఇరిడియమ్, పెల్లేడియమ్ గాలిలో ఎర్రగా కాల్చినపుడు ఆక్సైడ్‌లను ఇచ్చును. ఆస్మియమ్, రుదేనియమ్ బాష్పశీలములగు $MO_4$ సాంకేతికముగల ఆక్సైడ్‌లను ఇచ్చును. వాటి యౌగికములను ఉచ్చతాపక్రమములకు వేడిచేయుట వలన ఈ ధాతువులన్నియు సులభముగా లభ్యములగును. కాని ఈ ధాతువులలో ఒకదానినుండి మరొకదానిని వేరుచేయుట చాలకష్ట సాధ్యమైనపని. ఈ వర్గమునకు సంబంధించిన యోజనీయత (8), ఆస్మియమ్, రుదేనియమ్ ఆక్సైడ్‌ల ($MO_4$)లోను, ఆస్మియమ్‌ఫ్లోరైడ్ ($OsF_8$) లోను ప్రకటితమైనది. వి. గో. కృ.

**ప్లాస్మా**: అత్యధికమైన వేడిగఉండు అయనీకృత వాయువు. ఇందు ధనావిష్ట అయన్‌లు, ఎలక్ట్రాన్‌లు (ఋణావిష్ట) సమాన సాంద్రరాశిలో ఉండును. ప్లాస్మా తటస్థఆవేశముకలది. అయితే మంచి విద్యుద్వాహకము. నవీన పద్ధతులపై విద్యుత్‌ను సరఫరా చేయుటకుప్లాస్మాను వినియోగించుచున్నారు.

* * *

**ప్లుటోనియమ్**: రాసాయనికమూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 94; సంకేతము Pu; పరమాణుభారము 242;

దీనిని 1940 లో మాక్మిలన్ ప్రభృతులు కనుగొనిరి. దీనిని పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తికై వినియోగింతురు. * * *

**ఫ్లోజిస్టాన్ :** చూ. రాసాయనిక విజ్ఞానము - నవీన యుగము 74-78.

**ఫాన్టహాఫ్, జాకొబస్ హెన్రికస్ (1852 - 1911) :** డచ్ భౌతికరాసాయనికశాస్త్రజ్ఞుడు. రాటర్‌డామ్ నగరమందు జననము. అనేక విద్యాపీఠములందు చదివి కొనకు 1874 లో యూట్రెక్ట్‌లో డాక్టరేట్ పట్టమును అందుకొనెను. 1876 లో అక్కడనే ఉపన్యాసకుడై తరువాత 1878 లో ఆమ్స్టర్‌డామ్ యూనివర్సిటీలో రాసాయనిక భూగర్భ ఖనిజశాస్త్రముల అధ్యాపనకై ఆచార్యుడుగా నియుక్తుడైనాడు. 1896 లో బెర్లిన్‌లోని ప్రషియన్ ఎకాడెమీ ఆవ్ సైన్సెస్ ఈతని ఆహ్వానించి అవైతనిక ఆచార్యపదవిని ఇచ్చి సన్మానించినది.



జాకొబస్ హెన్రికస్ ఫాన్టహాఫ్

కార్బన్ పరమాణువు యోజనీయతలు నాలుగును దాని చుట్టు నాలుగు దిక్కులలో అనగా సమచతుర్ముఖఘనపు నాలుగు కోణములవైపు సన్నివిష్టములై ఉండునని 1874 లో నిరూపించి ద్విగాసాయనిక శాస్త్రమునకు ప్రాతిపదికను కల్పించెను. ఈతని రెండవ నిర్వాహము రాసాయనిక గతిశాస్త్ర భావముల వికశింపజేసి ప్రతిక్రియాక్రమమును నిర్ణయించుటకు ఒక క్రొత్త విధానమును కనిపెట్టి రాసాయనిక సమతోలన స్థితిని శక్తిశాస్త్రనియమములను అన్వయింపజేసి అప్పటికి రెండు శతాబ్దముల నుండి రాసాయనిక లోకమును కలవర పెట్టుచున్న రాసాయనిక మైత్రిని గురించిన సమస్యకు అంతిమ పరిష్కారమును కల్పించుట ఈతని మూడవ నిర్వాహము. ద్రావణముల ధర్మములను అన్నిటిని సమన్వయపరచి విలీన ద్రావణ సిద్ధాంతమును ఒక దానిని స్థాపించెను. విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రవ్యములకు ఈ సిద్ధాంతము అన్వయింపచేయుటలో ఇతను ఎదుర్కొనిన అభేద్యత్వము ఆరేనియస్ విద్యుత్ విశ్లేష్యములను గురించి స్థాపించిన అయనీభవనసిద్ధాంతమునకు ప్రవేశకమైనది. పైజెప్పిన శాస్త్రఘట్టములకన్న మిక్కిలి బౌద్ధికక్రమతో కూడకొనిన మరియొక దానిని చేపట్టి దానిని అద్భుత ఫలపర్యవసానమునకు తెచ్చెను. అ స్టాస్‌ఫర్ట్ లవణ నిక్షేపస్తరములను స్థితినియమదృష్టితో పరిశీలించి, ఆ స్తరముల ఉచ్చార చక్రిమ సన్నివేశమున యథావస్థితముగ విశదీకరించుట. ఈతనికి 1901 లో నోబెల్ బహుమానము లభించెను. ఈ బహుమతి గ్రహణమునందు ఈతడు మొదటివాడు. చూ. రాసాయని విజ్ఞాన సమీక్ష - భౌతిక రాసాయనిక విజ్ఞానము పు. 96-99.

మే. వ. స

**ఫారడే, మైకేల్ (1791 - 1867) :** చాల పేదకుటుంబములో జన్మించి చిన్నతనములో పుస్తకములు బైండ చేయువానిక్రింద పనిచేయుటకు కుదురుకొనెను. బైండ కట్టుటకు వచ్చిన పుస్తకములలో కొన్ని శాస్త్రపుస్తకములను చదివి శాస్త్రపఠనమందు అభినివేశమును గడించెను



మైకేల్ ఫారడే

తన శాస్త్రజ్ఞానమును అభివృద్ధిచేసికొనుటకై ఆనాడు లండన్‌నగరములో రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో జరుగుచున్న డేవీ ఉపన్యాసములకు హాజరై, తనను సాహాయ్యకునిగా తీసికొమ్మని డేవీకి ఉత్తరము వ్రాసెను. 1813 లో డేవీ ఈతనిని తనసాహాయ్యకునిగా చేరదీసెను. ఆ విద్యాసంస్థలోనే 1833 లో రాసాయనికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఈయన పరిశోధనలు ముఖ్యముగా విద్యుత్‌స్వభావముగురించి జరిగినవి. ఈయన కావించి విద్యుదయస్కాంత ప్రరోచనసంఘటన నేటి విద్యున్నా

రికతకు పునాది. 1881 లో అయస్కాంత క్షేత్రములో కదిలించిన తీగయందు విద్యుత్తు జనించునని ఈయన కావించిన నిరూపణ నవీన విద్యుత్‌జనక యంత్రములకు బీజము.

రాసాయనిక ద్రవ్యముల విద్యుత్ విశ్లేషణయందు ఈయన పరిశోధనలు మార్గదర్శకములు. విద్యుదగ్రము (ఎలక్ట్రోడ్),ధనాగ్రము (ఏనోడ్),ఋణాగ్రము (కేథోడ్), అయన్, ఋణఅయన్, ధనఅయన్, అయనీకరణము అను మాటలను శాస్త్రమునందు ప్రవేశపెట్టినవాడు ఈయనే. విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల ప్రవర్తనను రెండునియమముల క్రింద ఈయన సంగ్రహించెను. వీటికి ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణ నియమములు అనిపేరు (చూ. రాసాయనికశాస్త్ర సమీక్ష). అయస్కాంత క్షేత్రములో తలధ్రువిత కాంతి ఘూర్ణనమును చెందునని ప్రాయోగికముగ రుజువుచేసెను. అధిక ప్రేషములను, నిమ్న తాపక్రమములను ఒకేసారి వాడుకచేసి క్లోరిన్‌వంటి వాయువులను ద్రవీకరించ కలిగెను. జి. రా. రా.

**ఫార్మలిన్ :** చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు- పు. 195.

**ఫార్మాల్డిహైడ్ :** చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు.

**ఫిట్స్‌జెరాల్డ్, జార్జి ఫ్రాన్సిస్** (1851 - 1901) : ఐర్లండ్ భౌతికవిజ్ఞాని. డబ్లిన్ నగరములో విద్యను పూర్తిచేసికొని 1881 మొదలు 1901 వరకు అచ్చటనే ఆచార్య ఉద్యోగములో ఉండెను. 1883 లో రాయల్ సంఘ సభ్యుడు అయ్యెను. ఈతర్ ప్రవాహస్థితిని రుజువు చేయుటకై మైకేల్సన్, మార్లీ చేసిన ప్రసిద్ధ ప్రయోగ ఫలము విషయమై ఈయన చేసిన సూచన లోకప్రఖ్యాతిని గాంచినది. విద్యుత్‌అయస్కాంత క్షేత్రములో చలించుచున్న వస్తువు దాని చలనదిశలో దైర్ఘ్యసంకోచమును పొందునని ఈయన సూచన. దీనిని లోరెన్ట్స్ అను డచ్ భౌతిక విజ్ఞానికూడ స్వతంత్రముగా నిర్దేశించెను. అందుచే, దీనికి 'లోరెన్ట్స్ - ఫిట్స్‌జెరాల్డ్ సంకోచనము' అని పేరు.

తోకచుక్కతోక 1 సెంటిమీటరుకన్న తక్కువవ్యాసము గల చిన్నచిన్న రాళ్ల సమూహము అని ఈయన సూచించెను. అందువలననే సూర్యునికాంతికి గల ప్రేషమువలన ఈ చిన్న చిన్నరాళ్లు కలిగిన తోక ఎప్పుడును అపకర్షించబడుటచే ఇది సూర్యునికి అవలమొగమై ఉండును. కొ. సు. రా.

**ఫిషర్, ఎమిల్ హెర్మన్** (1852 - 1919) : జర్మను కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. యూస్‌ కిర్కెన్‌లో జన్మించెను. అనేక యూనివర్సిటీలలో చదివి, మొదట ఎర్లాంగెన్‌లోను, తరువాత వర్ట్స్‌బర్గ్‌లోను ఆచార్య పదవిని స్వీకరించెను. తరువాత బెర్లిన్ యూనివర్సిటీయందు ఆచార్య హాఫ్‌మన్ తర్వాత ఆచార్యపీఠమును గ్రహించెను. ఈతని యాజమాన్యమున బెర్లిన్ రాసాయనికానుశీలన సంస్థ అత్యద్భుత వృద్ధినిగాంచి అనేకవేల శిష్యులను



ఎమిల్ హెర్మన ఫిషర

ఆకర్షించినది. ఇచ్చటనే ఆతడు శర్కరల కృత్రిమ సాధనలయందు జయమునొందెను. ప్రోటీన్‌లపై ఆయన గావించిన పరిశోధనలు అతని ముఖ్యనిర్వాహము. ఆతని తక్కిన పరిశోధనలు రోసానిలీన్ వర్ణద్రవ్యముల రచనానుశీలన, యూరిక్ ఆసిడ్ పరీక్ష, ప్యూరీన్, దాని వ్యుత్పన్నముల సాధన ఈతని లోకప్రసిద్ధికి హేతువులైనవి. 1902 లో ఈతనికి నోబెల్ బహుమతి లభించినది. మే. వ. న.

**ఫిషర్, హన్స్** (1881 - 1945) : జర్మను రాసాయనికుడు. జన్మ హక్‌స్ట్ నగరమందు. లౌసేన్,మార్బర్గ్, మినైన్ యూనివర్సిటీలందు విద్యనభ్యసించి వియన్నా, ఇన్స్‌బ్రుక్, మ్యూనిక్ యూనివర్సిటీలందు ఆచార్యపీఠములను అలంకరించెను. 1930 లో ఈతనికి, రక్తమందలి ఎరుపు రంగుగల ద్రవ్యముయొక్క రచనను ప్రకటించినందులకు నోబెల్ బహుమతి ఈయబడినది. మే. వ. న.

**ఫీనోల్‌లు :** చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 176.

**ఫెర్మియమ్ :** రేడియోధార్మిక స్వభావము గల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 100; సంకేతము Fm; పరమాణుభారము 253 (స్థూలరాశి); దీనిని పరమాణుశక్తి పరిశోధనాగారములలో కృత్రిమముగా సాధించిరి. * * *

**ఫెర్మీ, ఎన్రికో** (1901 - 1954) : ఇటలీ భౌతికవిజ్ఞాని. గాటింజన్ (జర్మనీ), లేడెన్ (హాలండ్) విద్యాసంస్థలలో విద్యనభ్యసించి, రోమ్ యూనివర్సిటీలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. ఈయన పరిశోధన క్షేత్రము రేడియోధార్మికద్రవ్యములు. కృత్రిమ రేడియోధార్మికతగల మూలద్రవ్యములు అనేకములను ఈయన సృజించెను. దీనికి ఈయనకు 1938లో నోబెల్ బహుమానము లభించినది.1934లో పరమాణు కేంద్రకమును న్యూట్రాన్‌లచే ఘట్టించినవారిలో ప్రథముడు. ఈ ఘట్టించుటలో యురేనియమ్ తరువాత ఆవర్తక్రమములో చేరవలసిన కొన్ని క్రొత్తమూలద్రవ్యములను ఆవిష్కరించెను.

1939 నుండి యునైటెడ్ స్టేట్స్ కొలంబియా యూనివర్సిటీలలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా పనిచేసెను. 1942లో మొదటి పరమాణు పేర్పును నిర్మించిన వాడు ఈయనే. కె. ల.

ఫోటాన్ : చూ. క్వాంటం సిద్ధాంతము - పు. 311.

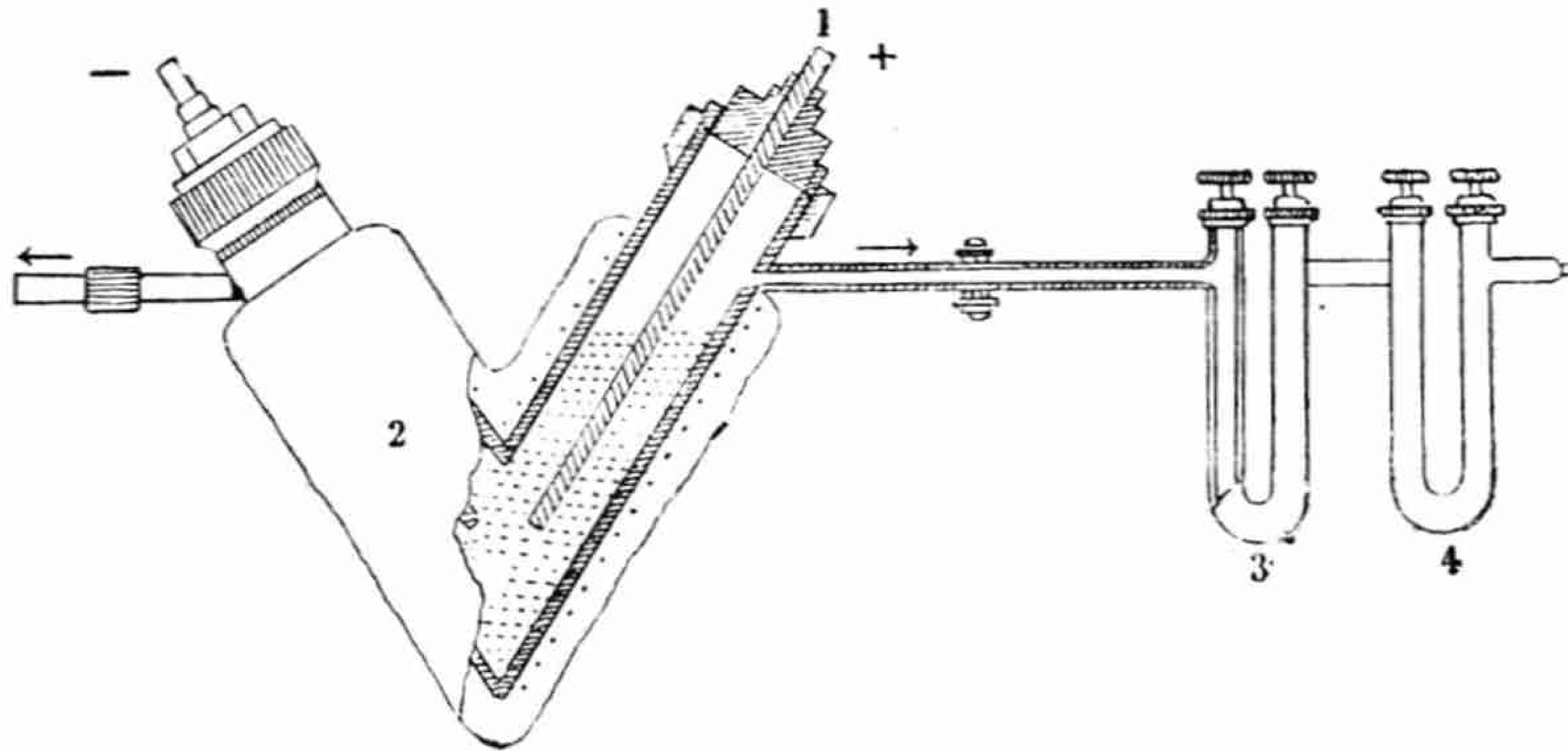
ఫోటోఎలక్ట్రిక్ సెల్ : చూ. కాంతి విద్యుత్ ఘటములు - పు. 253.

ఫోటోగ్రాఫ్ : చూ. చాక్షుషపరికరములు - పు. 334.

ఫ్రక్టోస్ : చూ. కార్బొహైడ్రేట్ లు ; పు. 284.

ఫ్రాన్క్, జేమ్స్ (జననము 1882) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. జర్మనీలో పుట్టి బెర్లిన్, హైడిల్బర్గ్ విద్యాసంస్థలలో విద్యనభ్యసించి, బెర్లిన్‌లో తరువాత గాటింజన్‌లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించి, 1935 లో జాన్ హాప్‌కిన్స్ యూనివర్సిటీలో చేరెను. 1938లో చికాగోలో భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడాయెను. ఈయన పరిశోధనలు క్వాంటం సిద్ధాంతమునకు చెందినవి. అందులో ముఖ్యముగా పరమాణువులపై ఎలక్ట్రాన్ల ఆఘాతములలో జరుగు సంఘటనలను జి. హెర్ట్స్ అను ఇంకొక భౌతికశాస్త్రవేత్తతో అనుశీలించెను. దీనికి వీరిద్దరికిని నోబెల్ కమిటీ 1925 లో బహుమానమిచ్చి గౌరవించినది. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో పరమాణుశక్తిపై శోధనలు కావించుచున్న విజ్ఞవర్గముతో ఈయన 1939 లో చేరినాడు. జి. సు. రె.

ఫ్రాన్క్లిన్, బెన్జమిన్ (1706 - 1790) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. చిన్నతనమున ముద్రణ వ్యాపారములో పనిచేసి పుస్తకప్రచురణకర్తగా ప్రసిద్ధినిగాంచెను. 1746 లో ఈయనదృష్టి శాస్త్రజ్ఞానమువైపు మరలినది. ఈయన విద్యుదనుశీలనలో మార్గదర్శి. ఘర్షణవల్ల జనించు స్థిరవిద్యుత్తును, మేఘములలో జనించు వాతావరణ విద్యుత్తును ఒకటే అని ఈయన రుజువుచేయగలిగెను. తడిద్వాహకమును నిర్మించెను. జీవితచరమభాగమున ఈయన శాస్త్రమును రాజనీతికై విడిచిపెట్టి రాజకీయ క్షేత్రములో సుప్రసిద్ధుడుగా వన్నెకెక్కెను. కొ. సు. రా.




ఫ్లోరిన్ నూతనపరికరము : + , — గ్రాఫైట్ ఎలక్ట్రోడ్‌లు; 2. రాగి V - నాళము ; 3, 4. NaF తో నిండిన U - నాళములు

ఫ్రాన్సియమ్ : చూ. వర్జీనియమ్.

ఫ్లెమింగ్, జె. ఏ. (1849 - 1945): ఇంగ్లీషు భౌతికశాస్త్రవేత్త. లండన్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యను పూర్తికావించి లండన్ యూనివర్సిటీలో 1885 మొదలు 1926 వరకు ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీర్‌గా పనిచేసెను. నిమ్నతాపక్రమములలో విద్యుత్ నిరోధమును గురించి పరిశోధనలు సర్ జేమ్స్ డ్యూవర్‌తోపాటు ఈయన కావించెను. రేడియోవాల్వును నిర్మించినవాడు ఈయనే. విద్యుత్ దీపములను అభివృద్ధిచేయుటలో ఈయన చాల ఖ్యాతిని గడించెను. కొ. సు. రా.

ఫ్లోజిస్టాన్ : చూ. సమీక్ష ; పు. 74.

ఫ్లోరీన్ : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 9; పరమాణుభారము 19.00 ; సంకేతము F ; విశిష్టగురుత్వము 0.0017 ; ఫ్లోరిన్ హేలొజన్ వర్గములో మొదటి మూలద్రవ్యము. 1880 లో 'హెన్రీమ్వాసా' తయారుచేసెను.

ఫ్లోరిన్ అతిచురుకైన ద్రవ్యము కనుక ఇతర హేలొజన్‌ల వలె యౌగికముగానే ప్రకృతిలో దొరకును. భూమిలో దీనివ్యాప్తి 0.03% అని అంచనావేయబడినది. ఫ్లోర్‌స్పార్ ($CaF_2$), క్రయొలైట్ 3NaF, ($AlF_3$), ఫ్లోర్‌అపటైట్ [$Ca_3(PO_4)_2$, $CaF_2$] దీని ముఖ్య ఖనిజములు. సముద్రపు నీటిలోను, ఇతర ఖనిజములలోను కొద్దిగా మాత్రమున్నది. నెల్లూరుజిల్లాలోని నీటి వనరులందు ఫ్లోరైడ్‌లు ఉన్నవనియు, అవి ఫ్లోసిస్ అను దంతవ్యాధికి కారణమనియు ఆరోగ్యశాఖవారి అభిప్రాయము.

తయారుచేయుపద్ధతి: అతిచురుకుగా ఇంచుమించు అన్ని మూలద్రవ్యములతో రాసాయనిక సంయోగము చెందు స్వభావముకలది అగుటవలన దీనిని కేటాయించుట చాల కాలమువరకును వీలుకాలేదు. హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ జలద్రావణమును విద్యుత్ ప్రసారమువలన విచ్ఛేదన మొనర్చి ఫ్లోరిన్‌ను పొందుట సాధ్యముకాదు. అప్పుడు లభించెడి ఫ్లోరిన్, నీటితో సంయోగించి ఆక్సిజన్, ఓజోన్ ఏర్పడును.

ఎడతెగని కృషిచేసి మ్వాసా శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్జల హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ ద్రవమును తీసికొని అందు పొటాసియమ్ ఫ్లోరైడ్‌ను విలీనముచేసి ఆద్రావణమును విద్యుద్విశ్లేషముగావించి ఫ్లోరిన్‌ను సాధించెను.

ఫ్లోరిన్ తయారుచేయుటకు వాడుకలోఉన్న ఆధునికపద్ధతులు మ్వాసాపద్ధతినుండి భిన్నముకావు. అనుభవమువలన బొగ్గుతోకూడిన ఉక్కుపాత్రలవాడుక శ్రేష్ఠమనియు, KF, 2HFమంచి విద్యుద్వాహకమనియు, 100°C వేడి విద్యుత్ రాసాయనిక వియోగమునకు మిక్కిలి అనువైన పరిస్థితియనియు కనుగొని ఆప్రకారము వాటిని వాడుచున్నారు.

ఇట్లు తయారైన ఫ్లోరిన్‌లో హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ కల్మషముగా ఉండును. ఘనీభవించిన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువు, ట్రైక్లోరోఎథిలీన్ మిశ్రముచే చల్లబరచినపుడు అది ద్రవీభవించును. మిగిలిన హైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్‌ను సోడియమ్‌ఫ్లోరైడ్ బిళ్ళలచే పీల్చివేయుదురు.

**గుణములు** : ఫ్లోరిన్ లేతపసుపురంగుగల వాయువు; శీతలీకరించిన తేటగాఉన్న పచ్చనిద్రవముగా మారును. దీనికి ఒక సహజమైనవాసన కలదు. గాజుపాత్రలను ద్రవఫ్లోరిన్ తడుపదు. సంయోగశక్తి అసలేలేని హీలియమ్ కుటుంబవాయువులను మినహాయించినచో తక్కిన మూలద్రవ్యములన్నింటితోను ఫ్లోరిన్ సంయోగముచెంది ఫ్లోరైడ్‌లను ఇచ్చును.

సిలికన్, బోరాన్, ఆర్సెనిక్, గంధకము మొదలగు అధాతువులన్నియు ఫ్లోరిన్‌లో మండి వాయురూపమున ఆయాఫ్లోరైడ్‌లు ఏర్పడును. ధాతువులతో చురుకుగా సంయోగమునందినపుడు ఫ్లోరైడ్‌లు ఏర్పడును. గాఢక్షారధాతువులును, మృదుక్షారధాతువులును, ఫ్లోరిన్‌లో తమంతతామే మండి ఫ్లోరైడ్‌లు అగును. పాదరసము, అల్యూమినియము, ఇనుము, క్రోమియమ్, మాంగనీస్, బిస్మత్తుధాతువులు వేడిచేసి ఫ్లోరిన్‌లో ముంచినవెంటనే సంయోగముచెందును.

**ఉపయోగములు** : ఫ్లోరిన్ యౌగికములు అనేకవిధముల ఉపయోగపడుచున్నవి. అందు ఫ్రీయాన్, కార్బన్ డైఫ్లోరో డైక్లోరైడ్ ($CF_2Cl_2$) శైత్యకారిణిగాను, మరికొన్నిటిని క్రిమిహరధూపము తయారు చేయుటకును, కృత్రిమదంతపు సామానులు, రంగులు, తయారుచేయుటకును వాడుచున్నారు. ఫ్లోరోకార్బన్‌లు యురేనియమ్ ఐసోటోప్‌లను విడదీయుటకు ఉపయోగపడుచున్నవి. ఇదియే ఆటంబాంబు తయారు చేయుటయందు ఫ్లోరిన్ ఉపయోగము.

హైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్ (హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్): ఫ్లోరిన్ యౌగికములలో ఇది ముఖ్యమైనది. పరిశోధనాలయమునందు పొటాసియమ్ హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్‌ను రాగిపాత్రలలో గాని, ప్లాటినమ్‌పాత్రలలోగాని, సీసపుపాత్రలలోగాని వేడిచేసి తయారుచేయుదురు. అట్లులభించెడు హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ నిర్జలమై ఉండును. సామాన్యముగా ఫ్లోర్‌స్పార్ ఖనిజములపై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్‌ను తయారుచేయుదురు :



$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\,HF \uparrow$$

అట్లు లభించిన హైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్ ద్రావణమునే హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ అందురు. దీనిసంపర్కమున గాజు రాసాయనికమార్పునందుటవలన దీనిచే తినివేయబడును. అందువలన గాజుపాత్రలలోకాక సీసపు పాత్రలలోకాని, రబ్బరుపాత్రలలోగాని, లేదా బేక్‌లైట్ వంటి ప్లాస్టిక్ పాత్రలలోగాని ఈ ఆమ్లమును నిలువచేయవచ్చును.

ఫ్లోర్‌స్పార్‌ను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోకలిపి, తిరుగుచున్న పెద్దఉక్కుగొట్టములో 300°C-800°C వరకు వేడిచేసి హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ తయారుచేయుదురు. ఇట్లుచేయునపుడు ఇసుక రేణువులు ఏ మాత్రము ఉండకూడదు. ఇసుక దీనితో రాసాయనికముగా సంయోగించి ఫలమును తగ్గించును.

ఈ నిర్జలహైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ పొగలు చిమ్మెడిద్రవము; విద్యుత్‌వాహకము కాదు. వాయుస్థితిలో దాని తారతమ్యసాంద్రతవలన రెండుఅణువులు చేరి సంయుక్తాణురూపమున ఉండునని రుజువైనది $(HF)_2$.

నిర్జలహైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్ క్షారధాతువులతోను, మృదుక్షారధాతువులతోను రాసాయనికపుమార్పునందును, జలయుతమైనప్పుడు అది పాదరసము, బంగారము, సీసమును మినహాయించి ఇతరధాతువులతో సంయోగించును. పొడి హైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్ తేట గాజువస్తువులకుపాలవంటి తెలుపు రంగును ఇచ్చును; జలయుతమైనపుడు అట్లుగాక గాజును తినివేయును.

ఉపయోగములు : గాజుపై చిత్రరచనకును, మాపక పరికరములకు గుర్తులువేయుటకును (దీనికి ఎచింగ్ అని పేరు) ముఖ్యముగా ఉపయోగపడుచున్నది. గాజు పలకపై చిత్రరచన చేయవలెనన్న ముందు దానికి మైనపు పూత పూయుదురు. ఆ పూతపై సన్నని సూదితో కావలసినచిత్రమును చిత్రింతురు. చిత్రరూపముగా మైనపుపూత వెనుకఉన్న గాజుపలక కనుపించును.

ఎచింగ్ చేయుటకేగాక హైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్ ఫ్లోరినేట్ చేయుటకును, విమానములు నడుపుటకు ఉపయోగించు పెట్రోలు తయారుచేయుటకును, ఎనామిల్ పూతలను తీసివేసి ఇనుమును నిరుపయోగవస్తువులనుండి సంగ్రహించుటకును వాడుచున్నారు.

**ఫ్లోరైడ్‌లు :** సామాన్యముగా నీటివలన మార్పునందని ఫ్లోరైడ్‌లను హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో ఆక్సైడ్‌లనుగాని, కార్బొనేట్‌లనుగాని కలిపి తయారుచేయుదురు. నీటి యొక్క రాసాయనిక చర్యవలన మార్పునందెడి బోరాన్, సిలికన్ మొదలగువాని ఫ్లోరైడ్‌లను ఫ్లోరీన్‌తో మూల ద్రవ్యపుసంయోగమువలన తయారుచేయవచ్చునని ఇంతకు ముందే సూచింపబడినది. కోబాల్ట్, సిరియమ్, ఫ్లోరైడ్ తయారుచేయుటకు ఫ్లోరీన్‌వాయువు కావలెను. పొటా సియమ్ అమోనియమ్ ఫ్లోరైడ్‌లు కీటకహారులుగాను, వెన్న చెడిపోకుండ నిలువఉండునట్లుచేయుటకును మోతాదు ప్రకారము వాడుచున్నారు. సోడియమ్‌ఫ్లోరైడ్‌ను ఉక్కు తయారుచేయుటయందును, క్రోమియమ్‌ఫ్లోరైడ్‌ను రంగుల పరిశ్రమలకును, యురేనియమ్ ఫ్లోరైడ్‌ను ఆటంబాంబు నిర్మాణమందును, కోబాల్ట్ ఫ్లోరైడ్‌ను ఫ్లోరోకార్బన్‌ను తయారు చేయుటకును వాడుచున్నారు. కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ ముఖ్యమైన ముడిద్రవ్యము. దీనిని ఉక్కు, అల్యూమినియము, గాజు, పింగాణీపూత, మగ్నీషియమ్ తయారుచేయు పరిశ్రమలయందు ఉపయోగింతురు.

ఫ్లోరీన్ కార్బన్ యౌగికములతో కలిపి $CoF_3$ లేదా $AlF_3$ను ఉపయోగించి 150°C - 250°C వరకు వేడిచేసి ఫ్లోరోకార్బన్‌లను తయారుచేయుదురు.

సంతృప్తములైన ఫ్లోరోకార్బన్‌లు మంచిస్థిరత్వము కలవి. ఎంత వేడిచేసినను మార్పునందని జడపదార్థములు. వీటిని కందెనవేయు ద్రవ్యములు (లూబ్రికెంట్స్) గా ఉపయోగించు చున్నారు. క్లోరీన్‌బదులు ఫ్లోరీన్‌ను వాడి డి. డి. టి. వంటి ద్రవ్యమును తయారుజేయవచ్చును. ఈ ద్రవ్యము డి. డి. టి. కన్న తక్కువ విషాత్మకమైనది.

హేలొజన్‌లు అన్నియు అధాతువులేయైనను తమలో తాము సంయోగించి యౌగికములను ఇచ్చుచున్నవి. అందు ముఖ్యమైనవి ClF, BrF, $IF_5$, BrCl, IBr, ICl. (చూ. హేలొజన్ వర్గము). సి. వి. రా.

**బంగారము :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 79; పరమాణుభారము 197·0; సంకేతము Au; విశిష్టగురుత్వము 19·3 ; ద్రవాంకము 1063°C; క్వథ నాంకము 2950°C. దీనిని ఇంగ్లీషులో 'గోల్డు' అందురు.

రంగుచేతను, కాంతిచేతను విడిగా దొరుకుటచేతను మాన వునిదృష్టిని ఆకర్షించిన ధాతువులలో బంగారము ఒకటి. దీనికి స్వర్ణము, సువర్ణము అను పేర్లు కూడ కలవు. బంగా రము భూమిపై విడిగాను యౌగికస్థితిలోను చాలచోట్ల దొరకును. విడిగా ఉండు బంగారము తరచుగా స్ఫటిక శిలల మధ్యను ఈనెలవలె ఉండును. కొన్ని నదుల ఇసుకలో కూడ ఉండును. ఇదికాక సీసము, రాగి, జింకు ఖనిజ ములలో బంగారము తరచుగా కలిసియుండును. ఈ ఖనిజములను ధాతుసాధనకు గురిచేసినపుడు బంగారము ఉపద్రవ్యముగా లభించును.

**బంగారు సాధన :** బంగారముగల ఇసుకను పళ్లెములలో ఉంచి జలముతో కడుగుటవలన తేలికయైన ఇసుక రేణు వులు కొట్టుకొనిపోయి బరువైన బంగారు రేణువులు పళ్ళెములయందు మిగిలిఉండును. స్వర్ణకారులు పెంట మీద పోసిన కుంపటిబుగ్గిని ఎత్తి మనపట్టణములలో జలగడు గులవారు ఈ పద్ధతిని ఉపయోగించి బుగ్గిలోనుండి పోయిన బంగారు లేశములను సంపాదించి జీవనముగడుపుచున్నారు.

**రసమిశ్రణవిధానము :** బంగారము చాల తక్కువగా ఉన్న ఖనిజములనుండి దానిని సాధించుటకు రెండు విధాన ములు వాడుకలో ఉన్నవి. అందు మొదటిది రసమిశ్రణ విధానము. యంత్రపు రోకళ్ళతో బాగుగా చూర్ణముచేయ బడిన ఖనిజమును నీటితో తరచి, ఆ నీటిని రసముపూసిన రాగిరేకుల ఏటవాలుతలముపై పారనిత్తురు. రసము బంగారు రేణువులను ఆకర్షించుటచే బంగారము రేకులపై బంధితములగును. ఈరసమిశ్రమును రేకులనుంచి ఊర్చి వేరుచేసి స్వేదన ప్రక్రియకు గురిచేతురు. రసము ఆవిరిగా పైకిపోయి బంగారము మిగిలిఉండును.

పై విధానములో రసమిశ్రముగాకుండ తప్పుకొని పోయిన బంగారులేశములనుగాని, లేదా ఖనిజమునుండి సాక్షాత్తుగా గాని బంగారమును సాధించుటకు సైనైడ్ విధానమును ఉపయోగింతురు. గాలిలోఉన్న ఆక్సిజన్ సంపర్కమున పొటాసియమ్ (సోడియమ్) సైనైడ్ ద్రావ ణములో బంగారము రాసాయనికముగా విలీనమగును అనువిషయము ఈ విధానమునకు బీజము. ఖనిజచూర్ణ మును పెద్ద అండాలలో ఉంచి దానిపై 2% పొటాసియమ్ సైనైడ్ ద్రావణమును పోసి బాగుగా తరుచుదురు. తేరిన తరువాత ఆ ద్రావణమును యంత్రపు వడపోత పరికర ములో వడపోసి, జింకుధాతువు ముక్కలున్న పెట్టెల లోనికి ప్రవహింపజేతురు. సైనైడ్ ద్రావణములో జింకు లీనమై బంగారమును అవక్షేపించును. అవక్షిప్తమైన బంగారమును పెట్టెలనుండి వేరుచేసి శుద్ధిచేయుదురు.

బంగారము అరుదుగా దొరకుటచేతను, దాని అసాధా రణవర్ణము, కాంతి చేతను, గాలిలోగాని, నిప్పులోగాని మారనిస్వభావము కలిగిఉండుటచేతను, అలంకారద్రవ్య ముగా చాలవాడుకలో ఉన్నది. బంగారము అంతర్జాతీయ ప్రమాణమూల్యముగ పరిగ్రహింపబడుట, దానిని రాజ్య ములు సేకరించి నిధిగా ఒనర్చుట, దానియందు తొంటి

మానవునికి ఉన్న ఆదరము యొక్క శేషమే. చాల మెత్తని ధాతువు అగుటచే రాగితోగాని, వెండితోగాని, మిశ్రము చేయనిది అలంకారములకు, నాణెములను తయారుచేయుటకు కావలసిన గట్టిదనము బంగారమునకు లేదు.

బంగారు యొక్క పారిశుద్ధ్యమును కేరట్‌లలో తెలియజేయుదురు. శుద్ధమైన బంగారము 24 కేరట్‌లు ఉండును. సవరను 22 కేరట్‌లు; అనగా 24 పాళ్ళలో 22 పాళ్ళు బంగారము, తక్కిన రెండుపాళ్ళును ఇతర ధాతువులు ఉండును. నేడు (1963) ఇండియాలో 14 కేరట్‌ల బంగారము యొక్క వాడకము ప్రభుత్వము ఉత్తర్వు ద్వారా ప్రవేశపెట్టబడినది. చాలకాలమునుండి బంగారము ప్రమాణమూల్యముగా పరిగణించబడు చున్నది. నేటికిని రాజ్యనిధిగా ఏర్పరచుటకు బంగారమే ఆధారము. ఛాయాచిత్రముల వికసింపచేయు ప్రక్రియలయందు, ఊదారంగు గాజు తయారు చేయుటకు, మలామాచేయుటకు బంగారు లవణములు వాడుకలోఉన్నవి. రాగివంటి తక్కువవిలువగల ధాతువులపై బంగారు రేకును సంధానక్రియచే అతికించి దానిని కావలసిన పరిమాణమునకు కమ్మెచ్చులో లాగి లాగి, రోలరులతో బలముగానొక్కి తయారుచేసిన వస్తువునకు 'రోల్డుగోల్డు' అనిపేరు. దంతములను కట్టుటకు బంగారము చాల వాడుకలోఉన్నది.

బంగారుయౌగికములు : నైట్రిక్ ఆసిడ్‌గాని, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌గాని, ప్రత్యేకముగా బంగారమును మార్పునొందించలేవు. ఆక్వారెజియా (మహాద్రావకము) అను పేరుగల ఈ ఆమ్లముల 1 : 3 నిష్పత్తిలోఉన్న మిశ్రములో బంగారము సులువుగా విలీనమగును. ఆక్వారెజియాద్రావకముతో బంగారమును వేడిచేసినపుడు బంగారమందులో కరగి పసుపుపచ్చటి రంగుగల ద్రావణము ఏర్పడును. ఈ ద్రావణమును సాంద్రీకరించినచో సూదులవంటి పసుపుపచ్చటి స్ఫటికములు లభించును. ఈ స్ఫటికములకు క్లోరారిక్ ఆసిడ్ ($HAuCl_3$) అనిపేరు (చూ. యోజనీయతాభావము: క్లిష్టయౌగికములు). విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమున బంగారు మలామాచేయుటకు ఈస్ఫటికములు ఉపయోగించును. ఈ స్ఫటికములను జాగ్రత్తగా 120°C వరకు వేడిచేసినచో ఆరిక్ క్లోరైడ్ [గోల్డు పైక్లోరైడ్($AuCl_3$)] ఏర్పడును.

పృథక్కరణము శుద్ధిచేయుట : వెండి, రాగి కలసియున్న స్వర్ణధాతుమిశ్రమును గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించినచో బంగారమును శుద్ధముగా పడయవచ్చును. 30% కన్న బంగారము ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు ధాతుమిశ్రముపై ఆమ్లపుచర్య ఏమియు ఉండదు. అట్టిచో ధాతుమిశ్రమునకు వెండికలిపి బంగారపు పాలును 30%కి తక్కువగా ఉండునటుల చేయవలెను. ఇప్పుడు ధాతుమిశ్రమును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించినచో వెండి, రాగి, ఆమ్లములో విలీనమై బంగారము ఇటుకపొడిరంగుగల చూర్ణముగా మిగిలిఉండును. దీనిని కడిగి, తడి ఆరబెట్టి కరగి పూదెగా చేయవచ్చును.

వెండి విషయములో చెప్పినట్లు బంగారమును కొలిమిలో ఊదికూడ బాగుచేయవచ్చును (చూ. రాగి వర్గము).
బి. గో. కృ.

**బఫ్ఫర్‌క్రియ** : తనయందున్న హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతలో మార్పుకలిగించ యత్నించు ప్రక్రియను నిరోధించగల ద్రావణమునకు 'బఫ్ఫర్ ద్రావణము' అనియు ఈ కార్యమునకు 'బఫ్ఫర్‌క్రియ' అనియు పేర్లు. ఉదా : పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ అమోనియమ్ ఆసిటేట్ జలద్రావణములో *pH* మూల్యము '7' సమీపమున ఉండును. ఒక మిల్లీలీటరు నార్మల్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఈ ద్రావణమునకు చేర్చినచో మొదటిదాని *pH* 3గా మారును. రెండవదానిలో మార్పు మృగ్యము. రెండవది బఫ్ఫర్ ద్రావణముగా ఆచరించును.
మే. వ. స.

**బర్జీలియస్, జాన్స్ జాకొబ్** (1779 - 1848): స్వీడన్ రాసాయనికుడు. స్వీడన్‌లో సార్‌గార్డ్ ఈతని జన్మస్థానము. 1818 లో ఈతడు స్టాక్‌హోమ్ 'ఎకాడమీ ఆవ్ సైన్సెస్'కు శాశ్వతకార్యదర్శిగా నియమితుడయ్యెను. ఈ కాలమందు ఈతను నలుబదిఏండ్ల ఏకతాన కృషిఫలితముగా నాలుగువేల యౌగికముల పారిమాణిక సంఘట్టనమును పరిశీలించి డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతమున ఉన్న లోపముల తొలగించి డ్యూమా, గేలుసాక్ మొదలగు రాసాయనికుల ప్రయోగ ఫలితములను ఉపయోగించి కొన్ని మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారముల పట్టికను ఒకదానిని నిర్మించెను. ఈ పరమాణు భారములు ప్రయోగకుశలతకు, ఫలయాథార్థ్యమునకు నాటి కాలపు పరసీమ. ఈతడు రాసాయనికశాస్త్ర పాఠ్యపుస్తకము నొకదానిని రచించుటయేకాక రాసాయనికశాస్త్ర ప్రతిసాంవత్సరిక ప్రగతిని తెలియజేయు పత్రిక (యారెస్ బెరిష్టే)ను పలుసంవత్సరములు ప్రచురించెను.
మే. వ. స.

**బలము, జడత్వము వగైరాలు** : మన చుట్టుప్రక్కలనున్న ద్రవ్యము ఘనము, ద్రవము, వాయువు అను మూడు రూపములలో కానవచ్చుచున్నది. వీటిలో ఏదేని ద్రవ్యము స్వీకరించుస్థితి దాని తాపక్రమమునుబట్టి ఉండును. ద్రవ్యస్థితిలో మార్పు తప్ప విడచి ఒక సంవృతవ్యవస్థలో

ఉన్న ద్రవరాశి ఎప్పుడును మారదు. ద్రవ్యనిత్యత్వనియమ మను పేరట ఈ నియమము భౌతికశాస్త్రసౌధమునకు మూలస్తంభమైనది.

ద్రవ్యమునకు రెండు ముఖ్యలక్షణములు ఉన్నవి. 1. ప్రదేశమును ఆవరించుట; 2. దానిస్థితియందలి మార్పును నిరోధించుట. మొదటిలక్షణమును ఆధారముచేసికొని ద్రవ్యమునకు ఆయతనము ఉన్నదని చెప్పుదురు. రెండవ లక్షణము ఆధారముచేసికొని ద్రవ్యమునకు జడత్వము ఉన్నదని చెప్పుదురు. వస్తువుయందు ద్రవ్యరాశి ఎక్కువగుకొలది దాని స్థితియందు మార్పును నిరోధించు శక్తి కూడ అధికమగుచుండును. దీనికే పైని జడత్వమని పేరిడితిమి. జడత్వమందుచే వస్తువునందున్న ద్రవ్యరాశికి కొలత.

**బలము :** ఏదేని కదలకుండఉన్నవస్తువును కదలునట్లు చేయుటకుగాని లేదా కదలుచున్నవస్తువు గమనమును మార్చుటకుగాని బాహ్యకారణము ఒకటి ఆవశ్యకము. ఈ కారణమునకే 'బలము' అనిపేరు. ప్రకృతిలో మనకు అనుభవగోచరమగు బలములు పెక్కులు గలవు. కండర బలము, గురుత్వాకర్షణబలము, అయస్కాంత బలము మొదలగునవి. ఏదేని బాహ్యబలము ఒకటి చలనమునకు అడ్డంకులులేని వస్తువుపై పనిచేసినప్పుడు ఆ వస్తువు దాని గతిస్థితిని మార్చుకొనును. ఆ గతి ఏకరూపమున ఉండక వృద్ధిచెందును. అనగా, దాని గమనపురేటును హెచ్చించుకొనును. ఈ హెచ్చించుటకు 'త్వరణము' అని పేరు. ఒకే వస్తువుపై ఒకమారు ఒకటిచొప్పున వివిధబలములు పనిచేసినచో వస్తువునకు సంక్రమించు త్వరణము ఆ బలముల పరిమాణమునుబట్టి ఉండును. అనగా, బలపరిమాణము ఎక్కువగుకొలదిని త్వరణము అధికమగుచు ఉండును. ఇది గాక, వేరువేరు ద్రవ్యరాశులుగల వస్తువులపై ఒకే బలము పనిచేసినపుడు ఆవస్తువుద్రవ్యరాశి ఎక్కుడగు కొలది, దాని త్వరణము తగ్గుచుండును. ఇట్లు 'm' ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై పనిచేసి 'a' అను త్వరణమును ఉద్భవింపజేయగలిగిన బలము 'm' తోను, 'a' తోను ప్రత్యేకముగ అనులోమముగ మారును. అనగా 'm', 'a' లు రెండును మారునపుడు బలము వీటిలబ్ధమునకు అనులోమముగ మారును. $f = Kma$. ఈ సాంకేతికములో సంప్రదాయానుసారముగ బలము యూనిట్ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై పనిచేసి యూనిట్ త్వరణమును ఉద్భవింపజేయునట్టి పరిమాణముగ ఎన్నుకొనుటచే పైసమీకరణమందలి స్థిరాంకము 'K' ఒకటికి సమానముగ చేయవచ్చును. బలమునకు ఇట్టినిర్వచనము ఇచ్చినచో పైసమీకరణము $f = ma$ అగును.

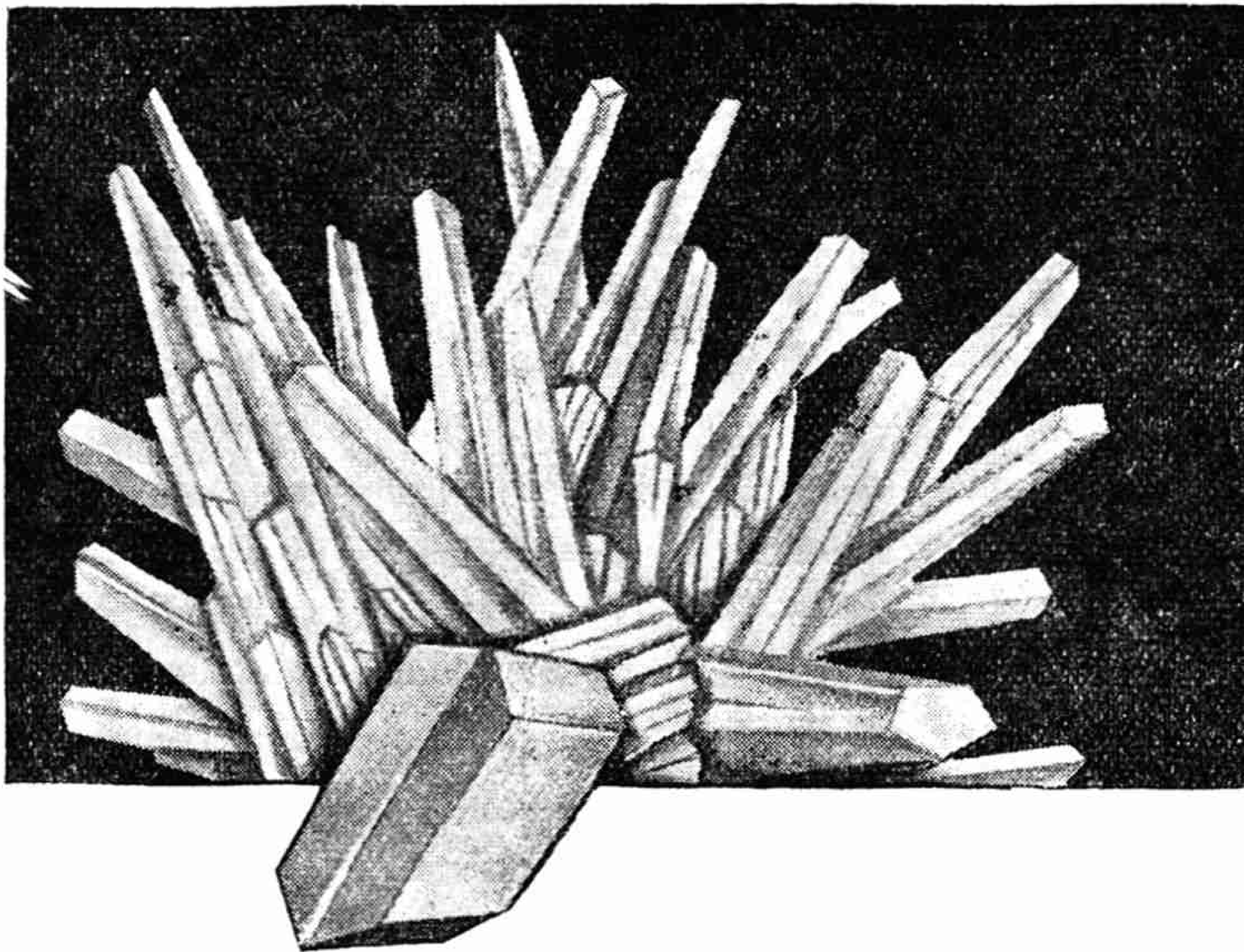
గతిశాస్త్రములో రెండువిధములయిన మానపద్ధతులు కలవు. 1. సెంటీమీటరు, గ్రాము, సెకనుపద్ధతి (C.G.S.); 2. ఫుట్, పౌండు, సెకనుపద్ధతి. (F. P. S.). మొదటి పద్ధతిలో బలముయొక్క యూనిట్‌నకు 'డైన్' అనిపేరు; రెండవ పద్ధతిలో ఆ యూనిట్ 'పౌండల్' అనిపేరు. వ్యావహారికముగ ఈ యూనిట్‌లు అతిస్వల్పములగుటచే కిలోగ్రాముభారమును, పౌండుభారము, టన్నుభారము అను పరిమాణములు ఎన్నుకొనబడినవి.

సమానాంతర చతుర్భుజ బల నియమము : ఒక వస్తువుపై బలము పనిచేయునపుడు ఆ బలమునకు ఆవస్తువు లొంగును. ఏక కాలమందు ఒకే వస్తువుపై రెండుగాని, లేదా అంతకన్న ఎక్కువగాని బలములు పనిచేయునపుడు ఈ బలములన్నిటిని ఒకమొత్తపు బలముచే నిరూపించవచ్చును. రెండుబలముల మొత్తమును క్రింది విధమున సంపాదించవచ్చును. ఒక కణముపై పనిచేయుచున్న రెండు వేరువేరు బలముల పరిమాణము, దిక్కు, సమానాంతర చతుర్భుజముయొక్క ప్రక్క ప్రక్కనున్న రెండుభుజములచే నిరూపించిన ఈ రెండుబలముల మొత్తమును పరిమాణమందును, దిక్కునందును ఆచతుర్భుజకర్ణము నిరూపించును. అటులనే ఒకబలమును ఉచిత దిక్కులలో రెండుబలముల క్రింద విడదీయవచ్చును. వివిధ దిక్కులలో ఒకవస్తువుపై పనిచేయుచున్న బలములను సంకలనము చేయుటవలన ఒక ఇష్టదిక్కులో పనిచేయు బలపరిమాణము ప్రాప్తమగును.

బలభ్రమకము (మోమెంట్ ఆవ్ ఫోర్స్) : నేలపై ఉన్న రాతిని కాలితో త్రోసిన రాయి అంతయు ముందుకు కదలును. అట్టిగమనమునకు స్థానాంతరచలనము అనిపేరు. ఒక పెద్దరాయిని అట్లు కాలితో త్రోయుటకు ప్రయత్నించిన అది సరాసరి స్థానాంతరచలనమును పొందక భూమిపై పొర్లుటకు ఉంకించును. అందువలన వస్తువుపై బలము పనిచేయునపుడు ఆ వస్తువుయందు స్థానాంతరచలనమునేగాక భ్రమణమునుకూడ పుట్టించును. తలుపుచెక్క బందులపై తిరుగుట మన అనుభవములోనిదే. ఈ తిరుగుటకు గల సామర్థ్యమునకు 'భ్రమకము' అని పేరు. ఇది ఆవస్తువును త్రిప్పుటకు ఉపయోగించు బలపరిమాణమును బట్టియు, భ్రమణాక్షమునుండి ఆ వస్తువు దూరమును బట్టియు ఉండును. ఈ భ్రమకపరిమాణము వస్తువులకు, భ్రమణాక్షమునకు మధ్యఉన్న దూరముచే బలమును గుణించిన లభించును. భ్రమకము = బలము × దూరము. క్రింది దృష్టాంతము పై నిజమును సులభముగ తెలియజేయగలదు. తలుపుఅంచును వ్రేలితో మెల్లగా తాకిన తలుపు కదలును. ఆ తలుపుమధ్యను ఆవ్రేలుత్రోపుడుబలమునే

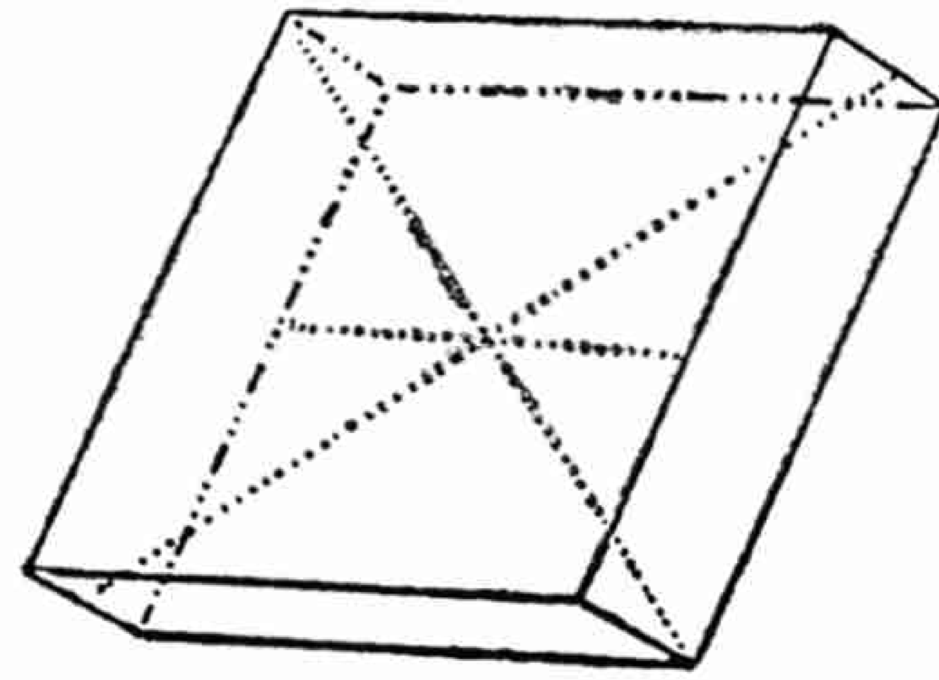
ఉపయోగించినచో లభ్యమగు ఫలము పైదానిలో సగమే ఉండును. తలుపు ఆడు బందులకు చాలదగ్గరగ తలుపును త్రోయజూచితిమేని తలుపును కదలించుట చాల దుర్ఘటము. బందు మీదనే బలమును ప్రయోగించినచో తలుపు తిరుగనే తిరుగదు. వివిధ బలముల ప్రభావముచే ఒకవస్తువు విశ్రాంతి దిశలో ఉన్నప్పుడు దానికి స్థానాంతరచలనముకాని, భ్రమణముకాని ఉండవు. ఈ పరిస్థితి సంభవించుటకు ఒక దిశలో ఆ వస్తువుకున్న భ్రమకము దానికి విరుద్ధదిశలో ఉన్న భ్రమకముచే రద్దుచేయబడిఉండవలెను. ఈ భ్రమక నియమసహాయముచే మనకు లొంగని పరిమాణములో ఉన్న బలమును లొంగుపరిమాణములో ఉన్న బలము క్రింద మార్చవచ్చును. ఈ భ్రమకనియమమును కనుగొనిన ఆర్కిమీడీజ్ ఒకప్పుడు "భూమికి వెలుపల నాకు ఒక ఆధారము ఇచ్చినచో భూమినే నేను పైకి ఎత్తగలను" అని వీరాలాపములను పలికినాడు (చూ. పటము-పు. 11).

సమానాంతర బలములు : వాటిదిశకు సమానాంతరముగా ఉన్న బలములను సమానాంతరబలములు అందురు. భ్రమకనియమ సహాయమున ఈ బలములను కలుపవచ్చును. రెండు సమానపరిమాణములుగల భిన్నబలముల జంటకు 'యుగ్మము' అని పేరు. ఈయుగ్మము అది పనిచేయు వస్తువుయందు భ్రమణమును కల్పించును. అటులనే వేరువేరు దిశలలో పనిచేయుచున్న రెండుగాని, ఎక్కువగాని బలములను సుకరమైన దిశలో పనిచేయు ఆ బలముల యుగ్మముచే నిరూపించ వచ్చును. ఈ భ్రమకనియమము మనము స్క్రూను త్రిప్పినపుడు ఉపయోగించుచున్నాము. స్క్రూబుర్ర రెండువ్రేళ్ళ మధ్య గట్టిగాఅదిమి బలయుగ్మమును దానిపై ప్రవర్తింపజేసినచో అది తిరుగును. 'మంకీరెంచి' వాడుకచేసిన ఆస్క్రూను మరింతసులభముగా త్రిప్పవచ్చును. ఆ విధముగనే పెద్దకాడగల స్క్రూడ్రైవరుతో చిన్నకాడతోఉన్న దానితోకన్న స్క్రూళ్ళను సులభముగా త్రిప్పవచ్చును; అదిగాక, తుఫానుగాలికి పొట్టిగా ఉన్న చెట్టు ఎత్తుగాఉన్న చెట్టంత దొరకిపోదు. త.స.న.మూ.



బహురూపతకు దృష్టాంతము :
అరగొనైట్ కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ స్ఫటికములు.

**బహురూపత :** ప్రతిఘనద్రవ్యమునకును ఒక విశిష్ట స్ఫటికరూపము ఉండు ననునది స్ఫటికశాస్త్ర ప్రధాన



కాల్సైట్ కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ స్ఫటికములు.

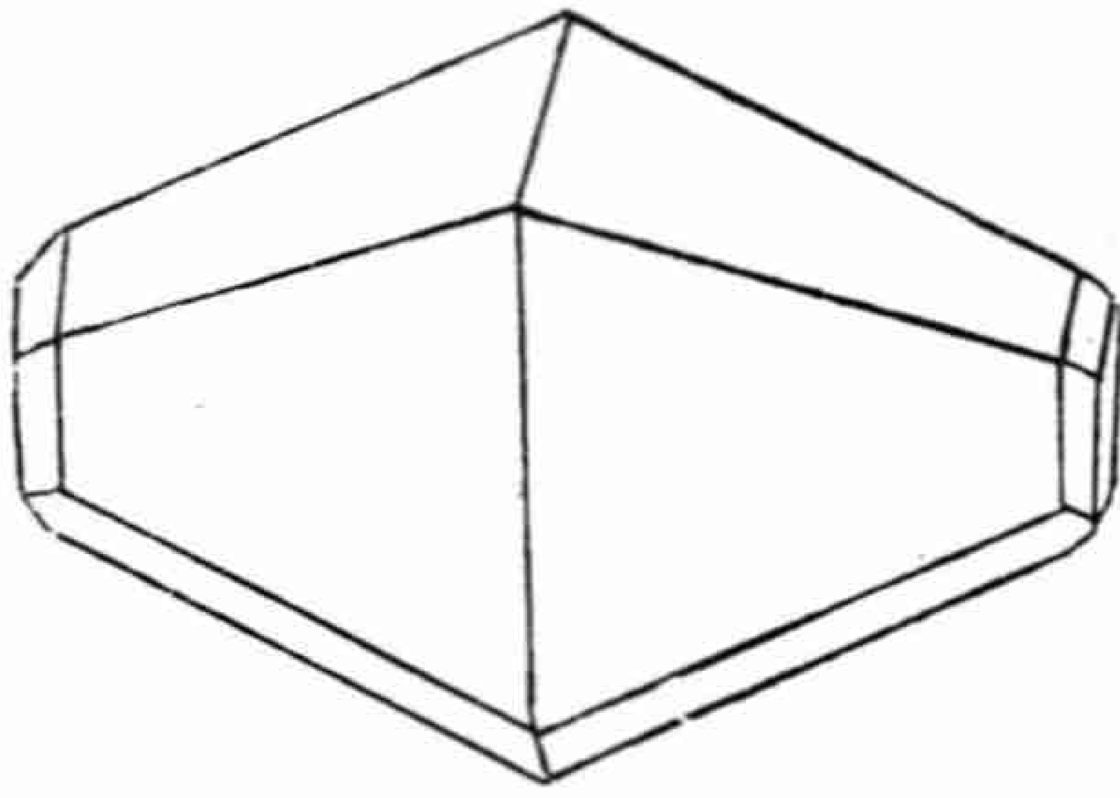
సూత్రము. ఈసూత్రమునకు అపవాదముగా వివిధద్రవ్యములు ఇంచుమించు ఒకే స్ఫటికరూపమును స్వీకరించుటయు, ఒకే ద్రవ్యము ఒకటికన్న ఎక్కువ స్ఫటికరూపములలో కనబడుటయు కూడ కలదు. ఇందు మొదటి సంఘటనకు సమరూపత (ఐసోమోర్ఫిజమ్) అని పేరు; రెండవది బహురూపత. బహురూపతా సంఘటనకు మంచి ఉదాహరణము గంధకము (చూ. గంధకము - పు. 312) మూల ద్రవ్యములందేకాక యౌగికములందు కూడ బహురూపత ప్రచారమున ఉన్నది. ప్రకృతిలో కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ (సున్నపు రాయి) రాంబిక్ పద్ధతికి చెందిన అరగొనైట్ అనుసూచ్యాకార స్ఫటికములుగాను, రాంబోహెడ్రన్ పద్ధతికి చెందిన కాల్సైట్ స్ఫటికములు గాను కనపడును. ఒక ద్రవ్యము యొక్క బహురూపములలో ఏదియైనను నియత తాపక్రమపరిమితులలోనే స్థిరముగా ఉండును. అంతకన్న తాపక్రమము హెచ్చుచేసినను, తగ్గించినను రూపభేదము జనించును. రూపములలోని ఈమార్పు సాధా

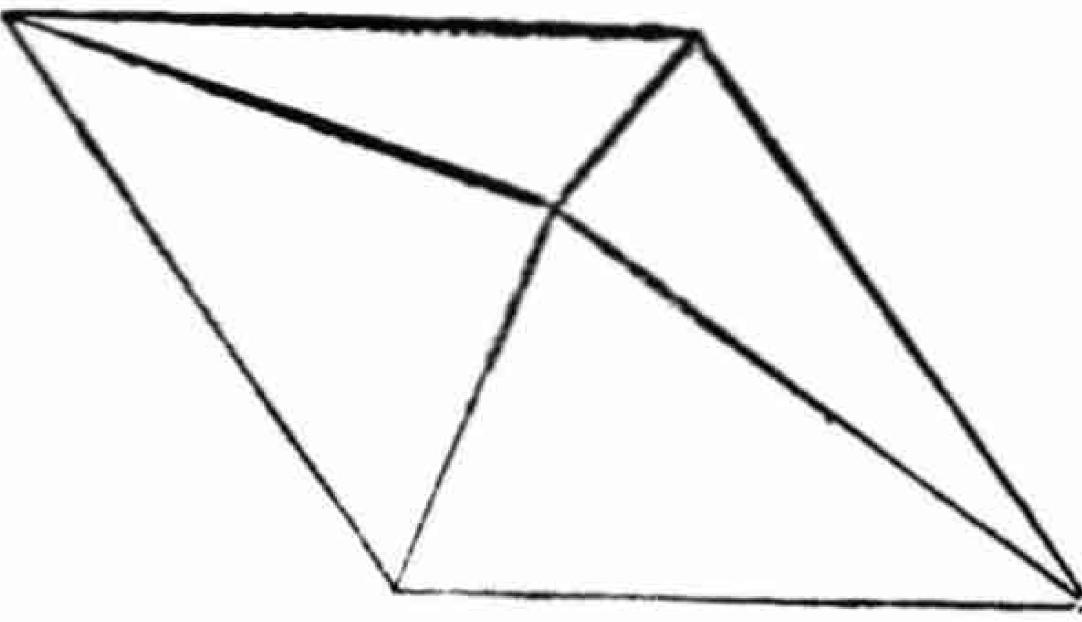
రణముగా ఒక నియతతాపక్రమమువద్ద జరుగును. రాంబిక్ గంధకము 96°Cవద్ద మోనోక్లినిక్ గంధకముగా మారును.

బహురూపతా సంఘటనకు, రూపాంతరతా (ఎలోట్రోపి) సంఘటనకును కొంతవరకు సమానార్థత ఉన్నది. మూలద్రవ్యములు బహురూపములలో సంభవించుటకు రూపాంతరత అని పేరు. ఈరూపములు స్ఫటికస్థితులైనపుడు రూపాంతరతను బహురూపతగాకూడ పరిగణించవచ్చును. కాని రూపాంతరత మూలద్రవ్యముల ఘనరూపములకే కాక ద్రవ, వాయుస్థితులకుకూడ అన్వయించును. బహురూపత ఘనస్థితికే పరిమితము.

రూపాంతరత: గంధకమును కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రావణమునుండి స్ఫటికీకరించినచో రాంబిక్ స్ఫటికపద్ధతికిచెందిన గంధక స్ఫటికములును, బెంజీన్ ద్రావణమునుండి 90°C కన్న హెచ్చు తాపక్రమములో స్ఫటికీకరించిన మోనోక్లినిక్ స్ఫటిక పద్ధతికి చెందిన గంధక స్ఫటికములును ఏర్పడును. ఈ రెండు రకముల స్ఫటికావస్థలలోఉన్న ద్రవ్యము గంధకమే. ఇటులనే కార్బన్ (బొగ్గు) క్యూబిక్ స్ఫటిక పద్ధతికి చెందిన ఉజ్జ్వల కాంతియుతమగు వజ్రస్ఫటికములుగను, హెక్సగొనల్ స్ఫటిక పద్ధతికి చెందిన నల్లటి గ్రాఫైట్ పెల్లలుగను, కర్రకాల్చిన వచ్చు అస్ఫాటిక స్థితి కలిగిన బొగ్గుగను లభ్యమగును. ఇట్లు ఏదేని ద్రవ్యము రూపాంతరములను కనపరచు సంఘటనకు రూపాంతరత అనిపేరు. రూపాంతరములుఅన్నియు ఒకే సంఘాతస్థితిలో ఉండవలెనను నియమములేదు. కొన్ని ఘనస్థితిలోను, మరికొన్ని ద్రవస్థితిలోను, లేదా వాయుస్థితిలోను ఉండవచ్చును. నిజమునకు గంధకము ద్రవరూపములోకి ఆల్ఫా, మ్యూ అని పేర్లు కలిగిన రెండు రూపములను దాల్చును. అందు మొదటిది కార్బన్‌డై సల్ఫైడ్ ద్రావణములో ద్రావ్యము; రెండవదికాదు. వాయుస్థితిలో రూపాంతరములను చూపునది ఆక్సిజన్. అణువు ద్విపరమాణుకమగునపుడు ఆక్సిజన్ (O—O) త్రిపరమాణుకమగు $O_3 = \underset{O\;\;O}{\overset{O}{\wedge}}$ ఓజోన్ అను వాయువు ఉద్భవించును. వీటి రెండిటికిని సామాన్యముగా మూలద్రవ్యము ఆక్సిజన్ పరమాణువు (O).

రూపాంతరతరూపముల ద్రావ్యత, స్ఫటికరూపము, ద్రవాంకము మొదలగు భౌతికధర్మములు వేరైనను రాసాయనికముగా అవి భిన్నములుకావు. సాధారణముగా 'రూపాంతరత' అను పదము మూలద్రవ్యములు కనపరచు బహురూపతా సంఘటనకే వాడుకలో ఉన్నది. యౌగికము బహురూపములు దాల్చి ఆ రూపములు ఘనస్థితిలో ఉన్నపుడు ఆ సంఘటనకు బహురూపత (పోలీమార్ఫిజమ్) అని ప్రత్యేకనామము కలదు. కాని మూలద్రవ్యము ఘనస్థితిలో చూపు భిన్నరూపములను కూడ బహురూపములనవచ్చును.

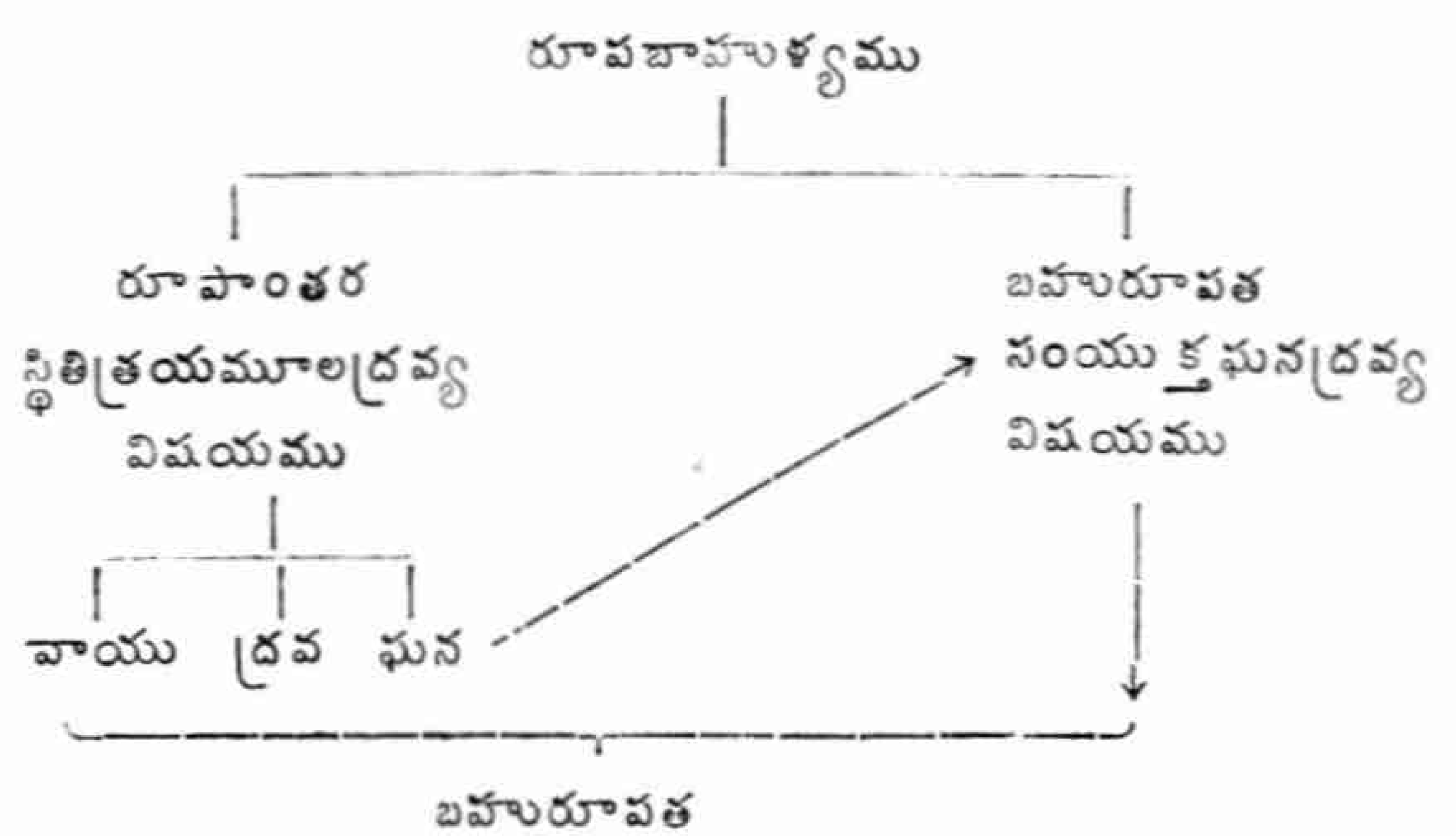




రాంబిక్ పద్ధతి

మోనోక్లినిక్ పద్ధతి

గంధకస్ఫటికములు




రూపాంతరతాసంఘటన మూడు విధములుగా ఉన్నది. 1. వినిమేయ రూపాంతరత (ఎనాన్షియోట్రోపి), 2. ఏకపక్షరూపాంతర (మోనోట్రోపి), 3. త్రసరూపాంతరత

(డైనమిక్ అల్‌ట్రోపి). గంధకము ఈమూడు రకముల రూపాంతరతను కనపరచును.

వినిమేయరూపాంతరత : ఇది స్ఫటికరూప గంధకము ఎడ కానవచ్చును. రాంబిక్ స్ఫటికములు, మోనోక్లినిక్ స్ఫటికములుగను, విలోమక్రమముగను మారవచ్చును. 96°C తాపక్రమమువద్ద ఈ మార్పు జరుగును. రాంబిక్, మోనోక్లినిక్, గంధకస్ఫటికములవంటి రెండు ద్రవ్యములు ఒకదానిలోనికి ఇంకొకటి మారునట్టి సంఘటనకు వినిమేయరూపాంతరత అని పేరు. ఇట్టి వినిమేయరూపములు వినిమయ, లేదా పరివర్తనతాపక్రమము (ట్రాన్సిషన్ టెంపరేచర్) వద్ద సమతోలనస్థితిలో ఉండును. ఈ రెండు స్ఫటికరూపములలో ఒకటియగు రాంబిక్ గంధకము 96°C దిగువను, రెండవది మోనోక్లినిక్‌గంధకము, 96°C మీదను స్థిరములు.

ఏకపక్షరూపాంతరత : పైని పేర్కొనిన స్ఫటిక రూపములేకాక గంధకము ఇంకను అనేకరూపముల స్వీకరించ గలదు. అందొకటి మరుగుచున్న ద్రవగంధకమును చన్నీటిలోనికి పారనిచ్చిన లభించును. ఇది జీడిపాకము వలె సాగును. దీనికి ప్లాస్టిక్ గంధకము అని పేరు. ఇంకను అనేక ప్రక్రియలచే అనేకరూపముల గంధకమును తయారు చేయవచ్చును. ఈ రూపములు అన్నియు అస్థిరములు. ఇవన్నియు పరిసరతాపక్రమమునుపట్టి రాంబిక్‌గంధకము లోనికో, మోనోక్లినిక్ గంధకములోనికో క్రమముగా మారిపోవును. మార్పు రెండువైపుల జరుగదు. ఇట్లు ఒక వైపునకే మారజూచు రూపాంతరములకు 'ఏకపక్షరూపాంతరములు' అని పేరు. ఈ రకపు రూపాంతరతకు భాస్వరము ఇంకొక దృష్టాంతము. భాస్వరముకూడ గంధకము వలె అనేక రూపములను స్వీకరించగలదు. అందు ముఖ్యమగురూపములు రంగులో భేదించు తెల్ల, ఎఱ్ఱ భాస్వరములు. రెండవది స్థిరమైనది; మొదటిది అన్నిపరిస్థితుల లోను అస్థిరమై, రెండవదిగా మారనుంకించును. మార్పు ఇచ్చట గూడ వెనుకకు జరుగదు. అందుచే తెల్లభాస్వరము ఏకపక్షరూపాంతరము.

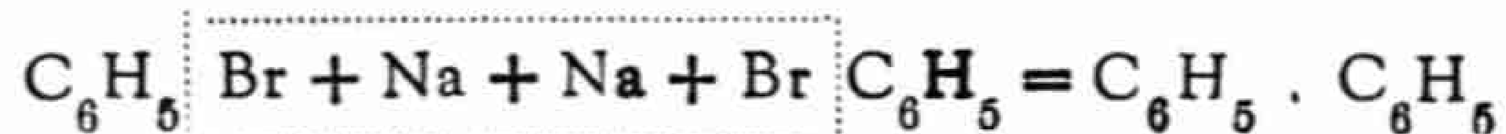
త్రసరూపాంతరత : గంధకపు నిజవర్ణము లేత పసిమి. వేడిచేసినపుడు అది మొదట లేతపసిమిరంగుగల చలిష్ణు ద్రవముగా మారి తరువాతరంగు ఎరుపై, తరువాత గాఢమైన నల్లటిఎరుపై ద్రవము చిక్కపడును. లేతపసిమి రంగుగల చలిష్ణుద్రవము ఆల్ఫా ($\alpha$) గంధకమనియు, నల్లటిఎరుపురంగుగల చిక్కటిద్రవము మ్యూ ($\mu$) గంధకమనియు పిలువబడును. ఈ రెండును ఒకదానిలోనికి ఇంకొకటి మారగలవు. కాని, ఈ రెండిటిమధ్యను నియతమగు పరివర్తనతాపక్రమము లేదు. వేడిచేయుటలో గంధకము ద్రవమగుటకు ప్రారంభించినది మొదలు ఆ ద్రవము మరుగుదాక సంభవించుమార్పులలో ఆల్ఫాగంధకము మ్యూ రూపములోనికి మారుచునే ఉండును. తాపక్రమము హెచ్చగుకొలది ఆల్ఫారూపము తగ్గి మ్యూ రూపము హెచ్చగుచుండును. విపరీతమార్గములో అనగా క్వథనాంకమునుండి గంధకము చల్లారునపుడు ఈ మార్పులు అన్నియు వెనుకకు జరుగును. మధ్యను పరివర్తనతాపక్రమ సంఘటనను చూపక అనవరతముగా ఒకదానిలోనికి ఒకటి మారు రూపములకు 'త్రసరూపాంతరములని' పేరు.

అణువులయందలి పరమాణువిన్యాసము వేరగునపుడెల్ల ద్రవ్యరూపము వేరగును. మాటకు రాంబిక్, మోనోక్లినిక్ గంధకస్ఫటికములు రెండింటియందును ఎనిమిదేసి పరమాణువులుకల అణువులే రచనాఘటకములు. కాని, రాంబిక్ అణువునందు ఆ ఎనిమిదిపరమాణువులే, మోనోక్లినిక్ అణువునందుకన్న భిన్నక్రమములో కూర్చబడి ఉండుటచే బాహ్యరూపములు వేరైనవి.

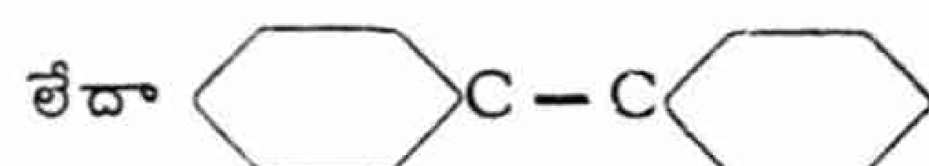
రూపాంతరత మూలద్రవ్యములలో చాల వ్యాప్తమై ఉన్నది. ఈ సంఘటనను చూపు ధాతువులలో సీసమును, ఇనుమును పేర్కొనవచ్చును. మే. వ. న.

**బహువలయ హైడ్రోకార్బన్‌లు :** ఇందు పోలీమెతిలీన్‌లు కానివి చర్చించబడును. ఇవి రెండు విధములుగా ఉన్నవి. 1. సంయుక్తవలయములు, 2. సంహతవలయములు.

సంయుక్తవలయములు : (డైఫినిల్ $C_6H_5.C_6H_5$) బ్రోమోబెన్జీన్‌నుండి ఫిట్టిగ్‌ప్రక్రియను ఉపయోగించి డైఫినిల్‌ను తయారుచేయవచ్చును:



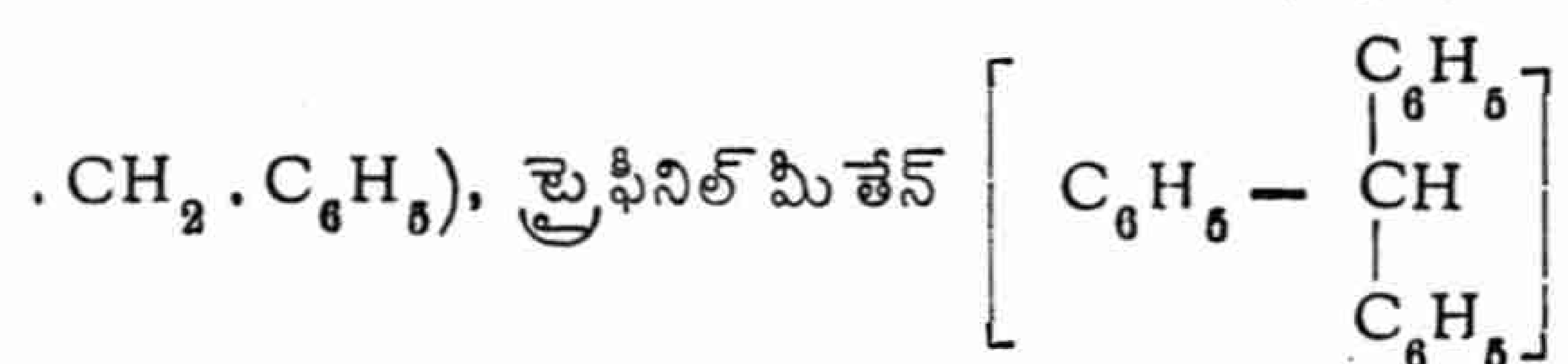
$$C_6H_5\,Br + Na + Na + Br\,C_6H_5 = C_6H_5\,.\,C_6H_5$$



లేదా

ఈ యౌగికమునుండి వ్యుత్పన్నములు అనేకములుకలవు. వీటిలో బెన్జిడీన్ చెప్పదగినది. పలన అనేక అజోవర్ణద్రవ్యములకు బెన్జిడీన్ జనకయౌగికము(చూ. బెన్జిడీన్-పు 174).

రెండుగాని, మూడుగాని, నాలుగుగాని, ఫినిల్ ($C_6H_5$) గణములు మీథేన్‌లో ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించునపుడు డైఫినిల్ మీథేన్ ($C_6H_5$ . $CH_2$ . $C_6H_5$), ట్రైఫినిల్‌మీథేన్

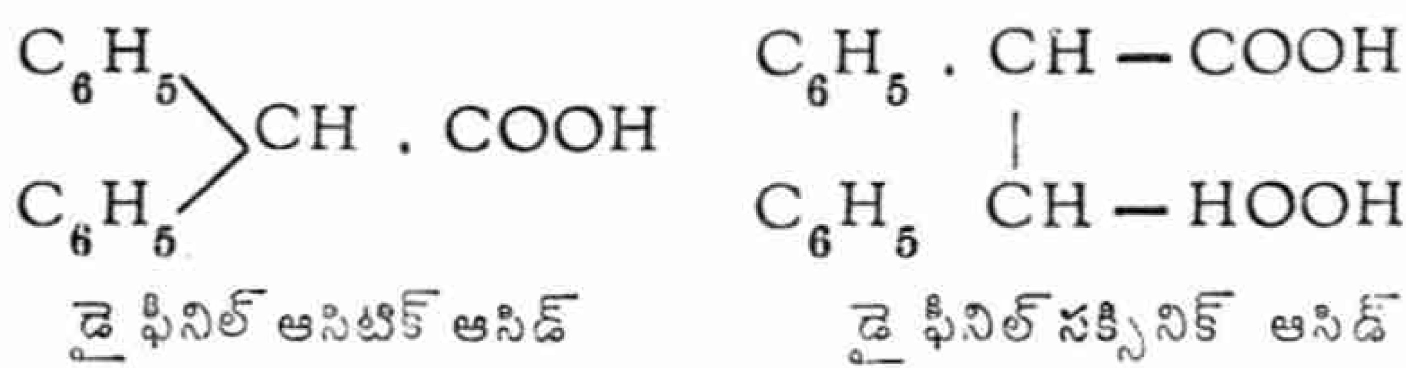


$$\left[\begin{array}{c} C_6H_5 \\ | \\ C_6H_5 - CH \\ | \\ C_6H_5 \end{array}\right]$$

టెట్రాఫినిల్ మీథేన్ $[C(C_6H_5)_4]$ అను యౌగికములు

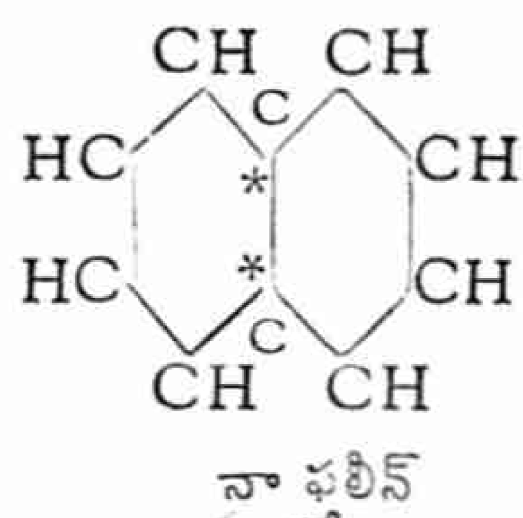
వ్యుత్పన్నమగును. వీటితో రచనాసాదృశ్యముగల ఎథిల్ వ్యుత్పన్నములుకూడ కలవు ; కాని అవి అంతముఖ్యములు కావు ఫీనిల్ మెథిల్ చాల ప్రధానమైనది. ఏలన దీని నుండి అనేకములగు వర్ణద్రవ్యములు ట్రైఫీనిల్ మీథేన్ వర్ణద్రవ్యములనుపేర సాధించబడినవి (చూ. వర్ణద్రవ్యములు - ట్రైఫీనిల్ మీథేన్):

ఈ మీథేన్‌వ్యుత్పన్నములందువలె, ఏ ఆలిఫాటిక్ యౌగికమందైనను రెండుగాని, ఎక్కువగాని, ఫీనిల్ గణములు హైడ్రోజన్ పరమాణువులస్థానములను ఆక్రమించుటవలన వివిధములగు ఫీనిల్ వ్యుత్పన్నములు లభ్యమగును :

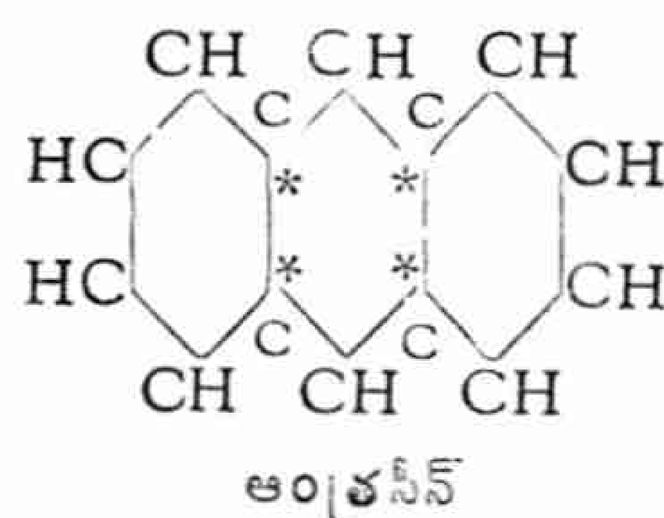



డై ఫీనిల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్     డై ఫీనిల్ సక్సినిక్ ఆసిడ్

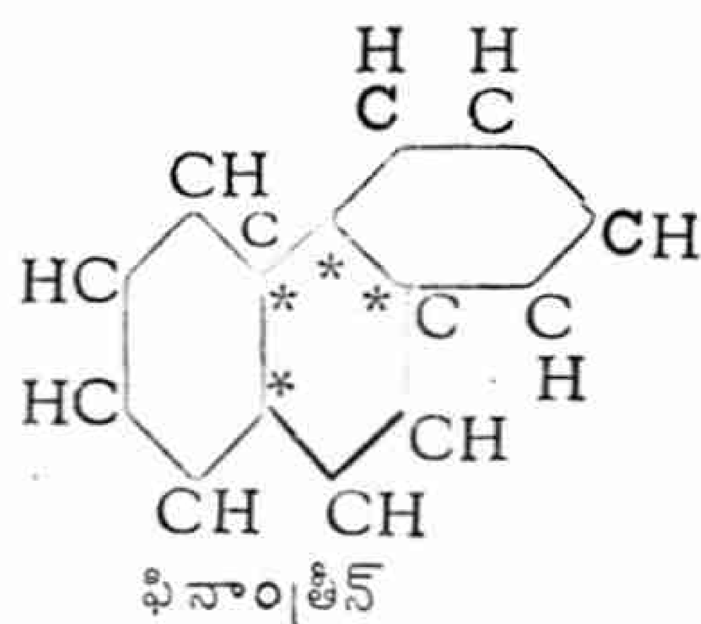
సంహతవలయములు : రెండువలయములకు ఉమ్మడిగా ఉన్న రెండు కార్బన్‌పరమాణువులుగల సంహతవలయ యౌగికములలో ముఖ్యమైనవి : 1. నాఫ్థలీన్; 2. ఆంత్రసీన్ ; 3. ఫినాంత్రీన్ - వీటి సాంకేతికములు :




నాఫ్థలీన్

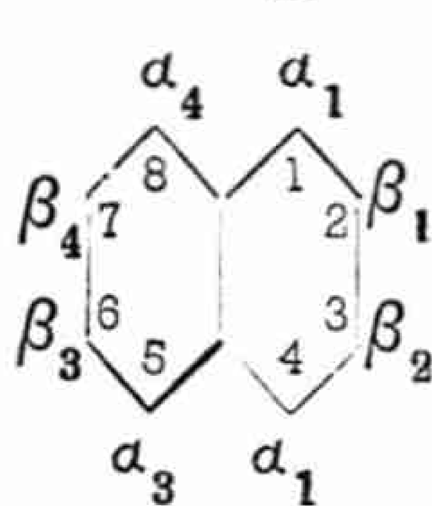



ఆంత్రసీన్



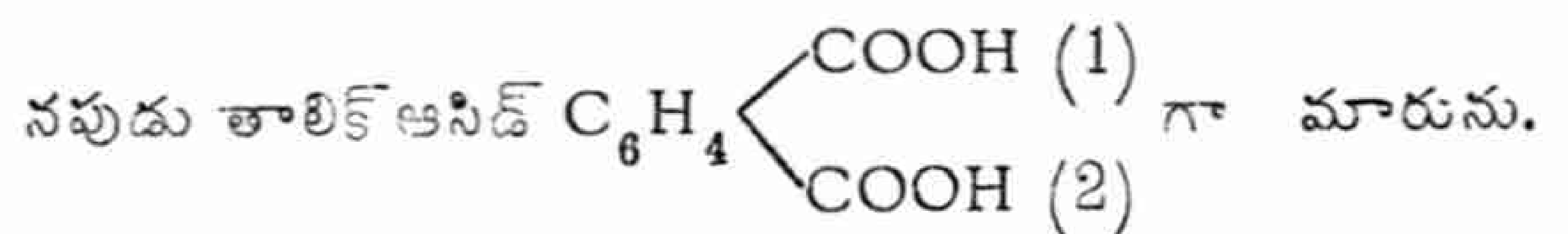

ఫినాంత్రీన్

ఈ సాంకేతికములలో నక్షత్రచిహ్నితములగు స్థానములందుతప్ప తక్కినచోట్ల వలయములో ఉన్న కార్బన్ పరమాణువులు అన్నియు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో కలసి ఉన్నవియేఅని తెలియనగును. ఈ మూడిటిలో నాఫ్థలీన్, ఆంత్రసీన్‌లనుండి వ్యుత్పన్నములైన యౌగికములు అనేకములుగా ఉన్నవి. వీటిని గుర్తుపట్టుటకు, వలయములలో ఉన్న కార్బన్ పరమాణువులను క్రమసంఖ్యలచే కాని, అక్షరములచే కాని తెలియచేయుట పరిపాటియై ఉన్నది.

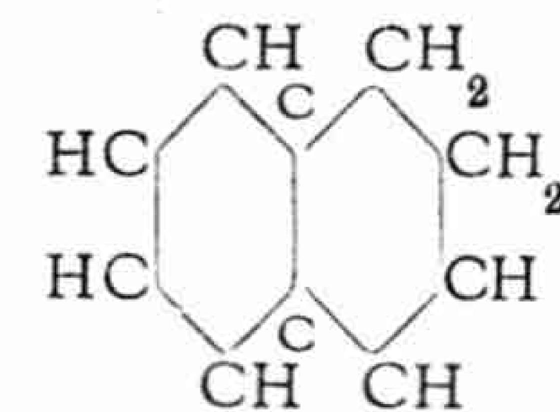



నాఫ్థలీన్, ఆంత్రసీన్, ఫినాంత్రీన్, మూడును కోల్‌తారునుండియే లభ్యమగుచున్నవి. కృత్రిమముగ కూడ వీటిని తయారుచేయవచ్చును.

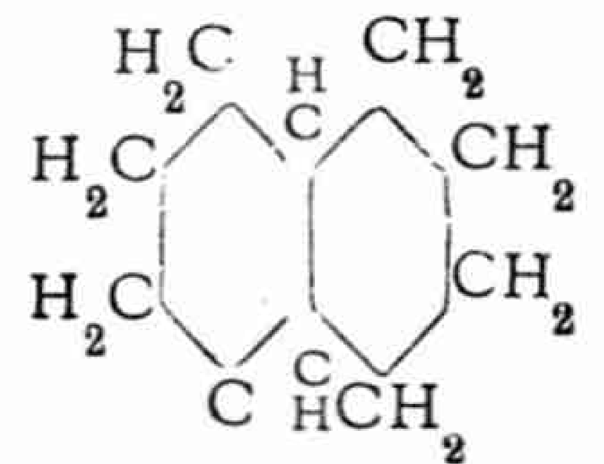
నాఫ్థలీన్: పల్చటిరేకులుగా స్ఫటికీకరించును. బజారులో దీనిని ఉండలుగా అమ్ముదురు. ఇది నీటిలో కరుగదు; కర్పూరమువలె గాలిలో హరించిపోవును ; (ద్రవాంకము 79° C) నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తోగాని, మర్క్యురిక్ సల్ఫేట్ సంపర్కములో గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోగాని ఆక్సీహరించి




సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌చే నాఫ్థలీన్‌ను ఆక్సీకరించుట నీలిమందును వర్తకసరణిలో తయారుచేయు విధానములో మొదటిమెట్టు. రాసాయనిక ప్రవృత్తిలో ఇది చాల వరకు బెంజీన్‌ను పోలియుండును ; కాని నాఫ్థలీన్ బెంజీన్‌కన్న చురుకైనది. బెంజీన్‌కన్న మిక్కిలి సులభముగా హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించి డైహైడ్రోనాఫ్థలీన్ డెకాహైడ్రోనాఫ్థలీన్ అను రెండు యౌగికములను ఇచ్చును.



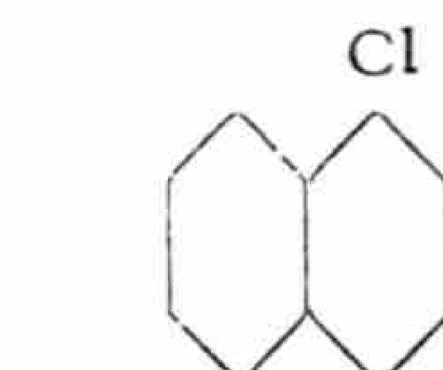

డై హైడ్రోనాఫ్థలీన్
(1)



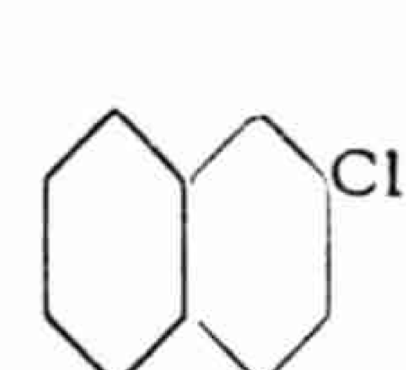

డెకాహైడ్రోనాఫ్థలీన్
(2)

బెంజీన్ జనితప్రతిస్థాపితయౌగికములన్నిటిని నాఫ్థలీన్ సులభముగా ఇచ్చును.

నాఫ్థలీన్‌వ్యుత్పన్నముల సమాంగరూపములు : బెంజీన్ ఒక్కటే మోనోక్లోరీన్ వ్యుత్పన్నమును ఈయగలదు. నాఫ్థలీన్ రెండిటిని ఇచ్చును. ఏలన, వలయములో హైడ్రోజన్‌కి బదులుగా ఉండు క్లోరీన్‌పరమాణువు, రెండు భిన్నస్థానములను స్వీకరించగలదు. ఇందులో కోటిస్థానము లేదా α - స్థానము (చూ. చిత్రము) ఒకటి ; భుజస్థానము లేదా β - స్థానము రెండవది.



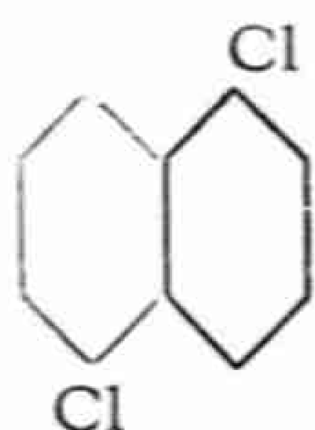

α - క్లోరోనాఫ్థలీన్
కోటిస్థానము



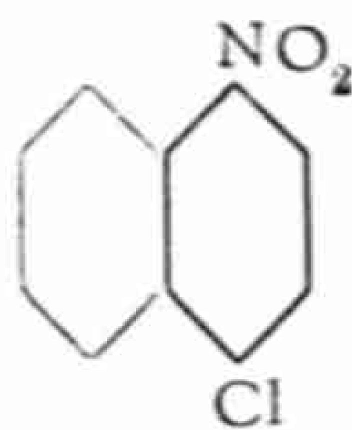

β - క్లోరోనాఫ్థలీన్
భుజస్థానము

ఏకప్రతిస్థాపితములకు $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ అను స్థానములు సమానములు ; అట్లే $\beta_1$, $\beta_2$, $\beta_3$, $\beta_4$ స్థానములు కూడను.

ద్విప్రతిస్థాపితయౌగికములలోని గణముల స్థాననిర్దేశము కావించవలసి వచ్చినపుడు తదనుగుణమైన అక్షరములచేగాని, అంకెలచేగాని నిర్దేశింతురు :




1 : 5 డైక్లోరోనాఫ్థలీన్



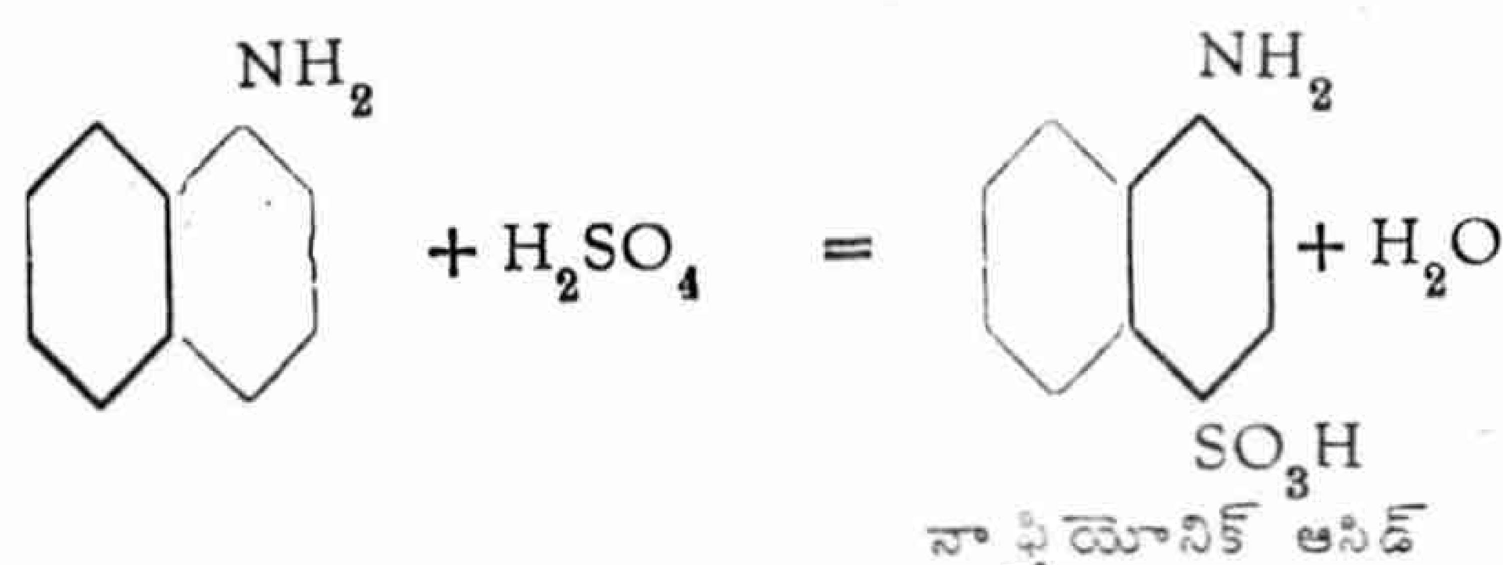

α, - నైట్రో - α క్లోరోనాఫ్థలీన్

నాఫ్థలీన్ వ్యుత్పన్నములలో, ఎమినోనాఫ్థలీన్‌లు (నాఫ్థాల్ ఎమీన్‌లు), నాఫ్థలీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్, నాఫ్థాల్‌లు వీటిని వర్ణద్రవ్యములను వర్తక సరణిలో తయారుచేయుటకు ముడిద్రవ్యములుగా వాడుదురు.

**α - నాఫ్థాల్ ఎమీన్ :** α - నైట్రోనాఫ్థలీన్‌ను ఆక్సీహరించుటచే లభ్యమగును. రంగులేని సూదివంటి స్ఫటికములు (ద్రవాంకము 50°C). దీనిగుణములు ఆనిలీన్ గుణములను పోలియుండును ; చెడువాసన గలది.

**β - నాఫ్థాల్ ఎమీన్ :** దీనిని β - నాఫ్థాల్ నుండి జింకు క్లోరైడ్ - అమోనియా యౌగికము యొక్క చర్యచే పడయవచ్చును. తెల్లటి స్ఫటికములు (ద్రవాంకము 118°C) ; దీనికి వాసనలేదు.

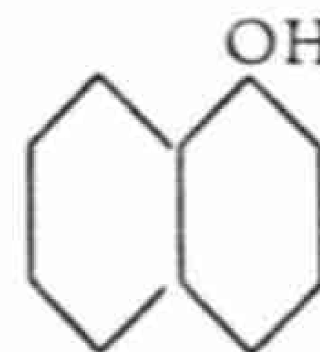
**నాఫ్థలీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ :** నాఫ్థలీన్‌ను గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేయుటవలన α - β యౌగికములు రెండును లభ్యమగును. తాపక్రమము 60°C కు ఎక్కువ కానప్పుడు α - ఆసిడ్‌ను, 160° C వద్ద β - ఆసిడ్‌ను ప్రధానముగా లభించును. నాఫ్థాల్ ఎమీన్ యొక్క సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌లు కూడ రంగుల ఉత్పత్తికి చాల ముఖ్యమైనవి. నాఫ్థియోనిక్ ఆసిడ్ (1 - నాఫ్థాల్ ఎమీన్, 4 - సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్)ను నాఫ్థాల్ ఎమీన్‌పై సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన తయారుచేయ వచ్చును :



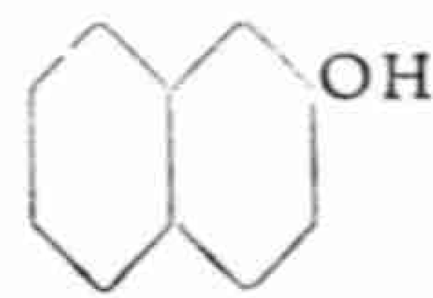

నాఫ్థియోనిక్ ఆసిడ్

ఇది 'కాంగోరెడ్' రంగును తయారుచేయుటకు కావలెను (చూ. కాంగోరెడ్ - పు. 174.).

**నాఫ్థాల్‌లు :** ఇవి రచనయందు, ధర్మములయందు ఫీనోల్‌ల బోలు నాఫ్థలీన్ హైడ్రాక్సీవ్యుత్పన్నములు. కాని ఫీనోల్‌లకన్న చాలచురుకైనవి.




α (లేదా 1) నాఫ్థాల్




β (లేదా 2) నాఫ్థాల్

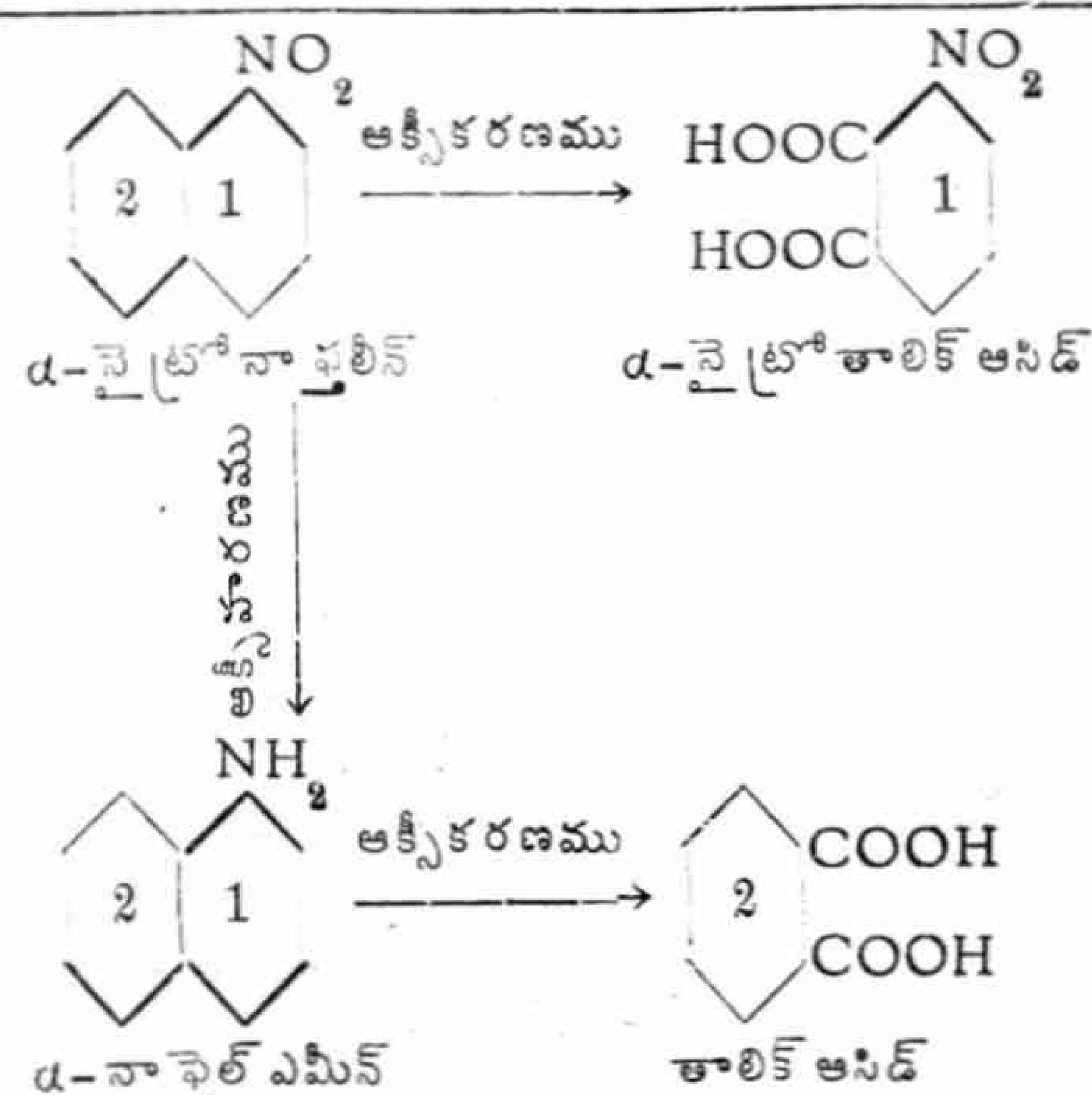
α - నాఫ్థలీన్ సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌ను కాస్టిక్ పొటాష్‌తో వేడిచేసి కరగించుటవలన α - నాఫ్థాల్‌ను సాధించవచ్చును. ఇట్లే β - సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ నుండి β - నాఫ్థాల్‌ను

$$C_{10}H_7SO_3H + 2KOH = C_{10}H_7OH + K_2SO_3 + H_2O$$

తయారుచేయ వచ్చును.

α - నాఫ్థాల్ రంగులేని స్ఫటికములు (ద్రవాంకము 95°C) ; దీనికి వాసనలేదు ; నీటిలో కరుగును. β - నాఫ్థాల్ కూడ రంగులేని స్ఫటికములే. (ద్రవాంకము 122°C). కాని దీనికి ఫీనోల్ వాసన కలదు.

నాఫ్థలీన్ అణుసాంకేతికము : α - నైట్రోనాఫ్థలీన్‌ను తీవ్రముగా ఆక్సీకరించినపుడు, నైట్రోథాలిక్ ఆసిడ్ లభించును. కాని ముందుగా నైట్రోనాఫ్థలీన్‌ను ఆక్సీహరణ ప్రక్రియచే α - నాఫ్థాల్ ఎమీన్‌గా మార్చి తరువాత ఆక్సీకరణకార్యమును జరిపినచో, ఎమీనో గణరహితమైన థాలిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును. మొదటి ప్రక్రియలో నైట్రో గణమును ఇముడ్చుకొనిన వలయము అవిచ్ఛిన్నముగా ఉండినట్లు మనము ఊహించవచ్చును. రెండవ ప్రక్రియలో ఎమీనోగణములేని వలయము అఖండితముగా నుండి, రెండవ వలయము ఆక్సీకరణప్రక్రియలో విచ్ఛిన్నమైనట్లు నిశ్చయము. ఇందువలన నాఫ్థలీన్ రచనలో రెండు వలయములు ఉన్నట్లు స్పష్టము. క్రింది సాంకేతిక వివరణము ఈ విషయమును విశదీకరించును :



**నాఫ్తలీన్‌వ్యుత్పన్నముల ఉపయోగము :** ఇదివరకు పేర్కొనిన వర్ణద్రవ్యములనిర్మాణమందే కాక వెలుతురును ఇచ్చు గాస్‌మిశ్రముల ప్రకాశకసామర్థ్యమును ఇనుమడించుటకును, కీటకములను చంపుటకును కీలకద్రవ్యముగు నాఫ్తలీన్ విరివిగా వాడుకలోనున్నది. తాలిక్ఆసిడ్ నీలిమందుపరిశ్రమయందే కాక, తేలీన్‌లను, సూచక ద్రవ్యముల (ఇండికేటర్స్)ను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించుచున్నది. నాఫ్తలీన్‌ను హైడ్రోజన్‌తో ఆక్సీహరించినచో లభ్యములగు టెట్రాలిన్ లేదా టెట్రాహైడ్రోనాఫ్తలీన్, ($C_{10}H_{12}$), డెకలిన్ లేదా డెకాహైడ్రోనాఫ్తలీన్ ($C_{10}H_{18}$) పరిశ్రమలందు ముఖ్యమైన ద్రావములు (ఇతర వస్తువులను తమలో ద్రావణములుగా విలీనముచేసికొను సామర్థ్యముగల ద్రవములు) గాను, మోటారుబండ్లను నడుపుటకువలయు ఇంధనములలో కలుపుటకును మిక్కిలి ఉపయోగపడుచున్నవి.

**ఆంత్రసీన్ :** కోల్‌తారు యొక్క ఆంశిక స్వేదనమందు లభించు ఆకుపచ్చ నూనెభాగమునుండి ఆంత్రసీన్‌ను తయారుచేయుదురు. నూనెను తేటపరచి, స్ఫటికములుగా క్రిందకు తేరిన ఆంత్రసీన్‌ను వడపోతచే వేరుచేయుదురు. ఈ ముడిసరకులోఉండు ముఖ్యములైన మాలిన్యములు రెండు : ఆంత్రసీన్‌తో సమాంగరూపముగల ఫినాంత్రీన్ అను హైడ్రోకార్బన్, కార్బాజోల్ అను నైట్రోజన్ యౌగికము. మొదటిదానిని కార్బన్ డైసల్ఫైడ్‌లో కరిగించి తొలగింతురు. రెండవదానిని పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌తో తీసివేయుదురు. మిగిలినఆంత్రసీన్‌ను, బాష్పస్వేదన, ఉత్పతన ప్రక్రియలవలన శుద్ధిపరచవచ్చును.

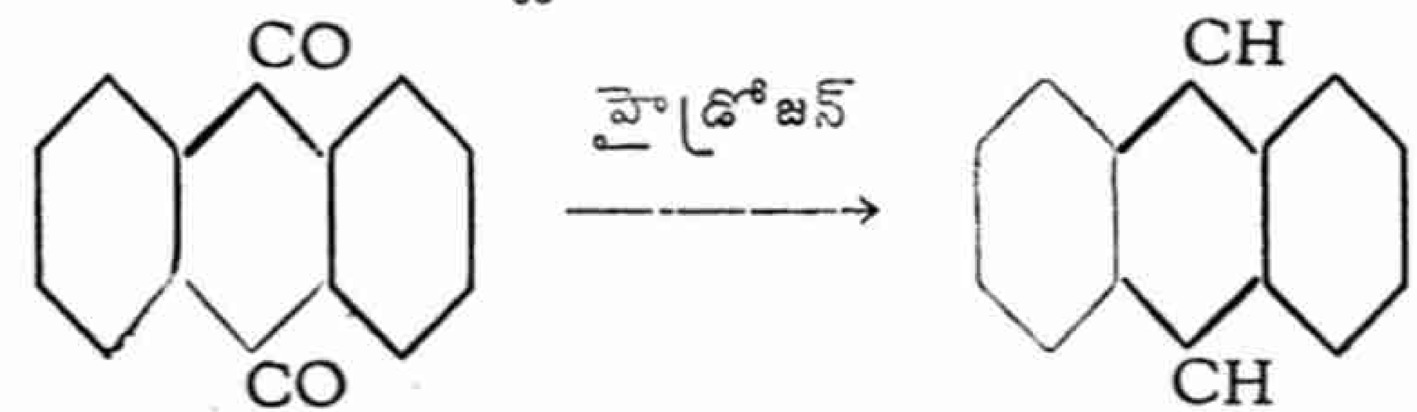
పరిశుద్ధమైన ఆంత్రసీన్ 213° C వద్ద ద్రవీభవించును. రంగులేని రేకులవలె బెన్జీన్ ద్రావణమునుండి ఆంత్రసీన్ స్ఫటికీభవించును. స్ఫటికములు, వాటి బెన్జీన్ ద్రావణము కూడ ప్రస్ఫురణము (ఫ్లోరెసెన్స్)ను ప్రదర్శించును. వెలుతురుకు ఎదురుగా పెట్టినచో (ముఖ్యముగా జైలీన్ ద్రావణస్థితిలో) కొంతవరకు డైఆంత్రసీన్ అను ద్వ్యణుక ద్రవముగా మారును.


$$2C_{14}H_{10} \rightleftharpoons C_{28}H_{20}$$

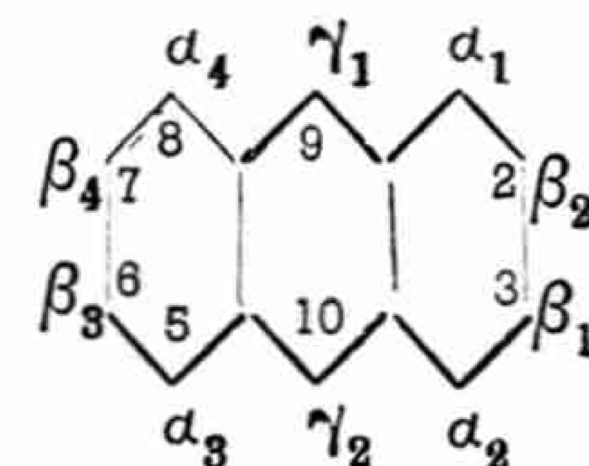
చీకటిలో మరల ఏకాణుకస్థితిని స్వీకరించును (చూ. కాంతిరాసాయనికశాస్త్రము - పు. 246).

ఆక్సీకారకద్రవ్యములచే ఆంత్రసీన్ అతిసులభముగా ఆక్సీకృతమై ఆంత్రక్వినోన్ ($C_{14}H_8O_2$) ఏర్పడును. ఈ ఆక్సీకరణమునకు క్రోమిక్ ఆసిడ్ మంచిసాధనము. నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ ఇట్టి ఆక్సీభవనమునే కలిగించును. అందువలన నైట్రిక్ ఆసిడ్‌చే ఆంత్రసీన్‌నుండి నైట్రో వ్యుత్పన్నములను తయారుచేయుట వీలుకాదు.

ఆంత్రసీన్ యొక్క అణుసాంకేతికమును నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు ప్రక్రియలో ఆంత్రక్వినోన్‌ను ఆంత్రసీన్‌గా మార్చవచ్చును. ఈ సంఘటనలో ఆంత్రక్వినోన్ రచనలో ఉన్న కార్బొనిల్ (CO) గణములు, CH గణములుగా మారును. ఆంత్రక్వినోన్ యొక్క సాంకేతికము తెలిసినది (చూ. ఆంత్రక్వినోన్ : దిగువను) కనుక ఆంత్రసీన్ యొక్క సాంకేతికముకూడ నిర్ణీతమైనది.



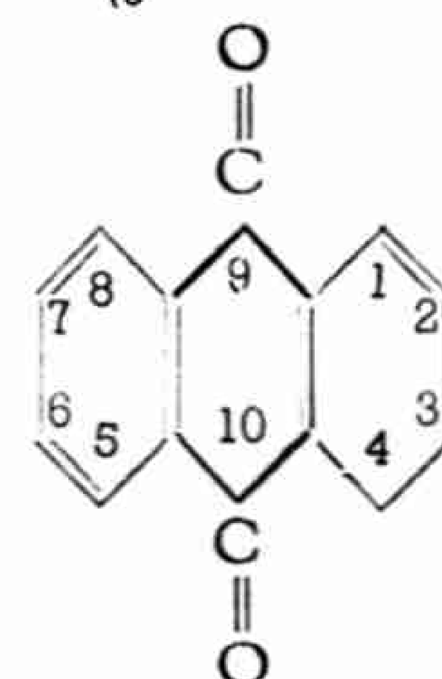

ఆంత్రసీన్ యొక్క వ్యుత్పన్నముల రచనను నిరూపించుటకు దానిరచనలోనున్న కార్బన్ పరమాణువులను అంకెలచే గాని, అక్షరములచేగాని క్రింది విధమున నిర్దేశింతురు :




ఏకప్రతిస్థాపితవ్యుత్పన్నములలో క్రింది స్థానములు సమానములు.

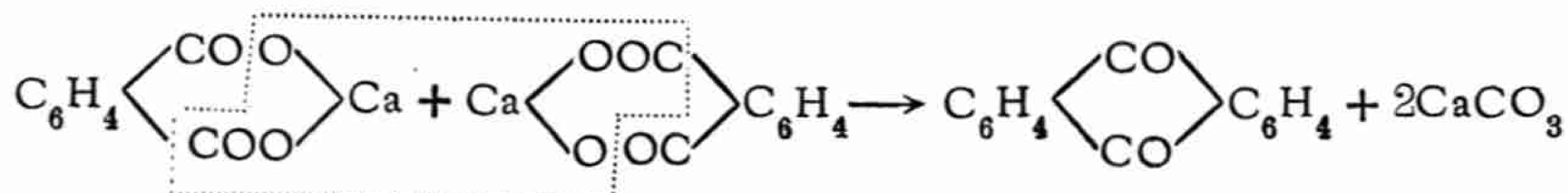
$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 \qquad \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 \qquad \gamma_1 = \gamma_2$$
$$1 = 4 = 5 = 8 \qquad 2 = 3 = 6 = 7 \qquad 9 = 10$$

ఆంత్రసీన్‌నుండి జనించుద్రవ్యములలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది ఆంత్రక్వినోన్, పైనిచెప్పినట్లు క్రోమిక్ ఆసిడ్‌చే ఆక్సీకరించుటవలన దీనిని సాధించవచ్చును :




9 : 10 డైకీటో ఆంత్రసీన్ లేదా ఆంత్రక్వినోన్

కాల్సియమ్ థాలేట్‌ను స్వేదించుటవలన ఆంత్రక్వినోన్ లభ్యమగుననువిషయము పై రచనాసాంకేతికమును రుజువుపరచును :

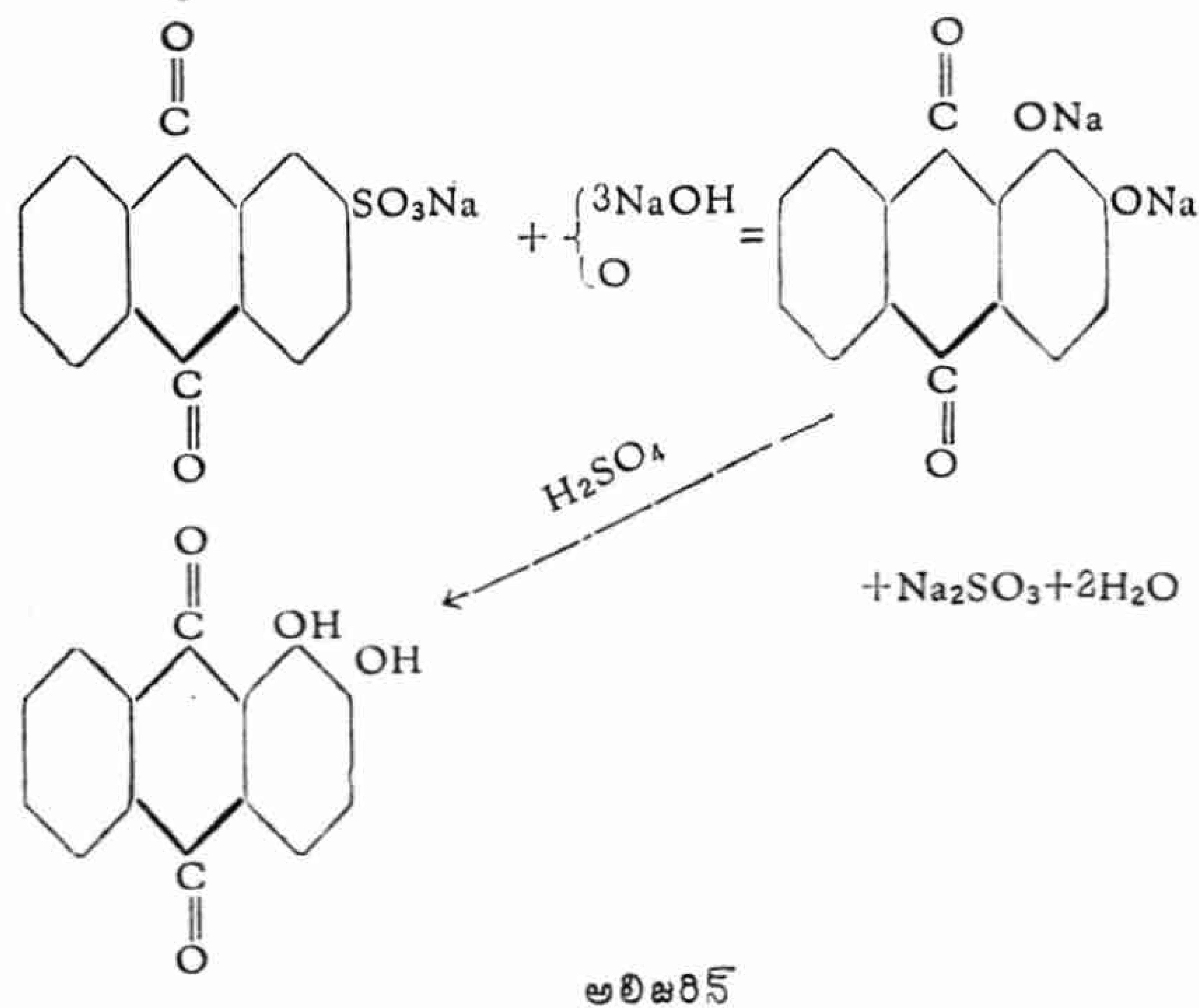


ఆంత్రక్వినోన్ పీతరాంబిక్ స్ఫటికరూపములో ఉండును (ద్రవాంకము 286°C; క్వథనాంకము 380°C). ఉత్పతనము కావించినపుడు సూదులవంటి స్ఫటికములు ఏర్పడును. నీటిలోకరుగదుగాని బెన్జిన్‌లోను, టాల్యుయిన్ లోను సులభముగా కరుగును.

అలిజరిన్ (చూ. దిగువను) అను మహత్తమమైన వర్ణద్రవ్యమునకు ముడిద్రవ్యముగా ఆచరించుటచేత ఆంత్రక్వినోన్‌కు వ్యాపారసరణిలో అత్యంతమైన ప్రాముఖ్యము కలిగినది.

**అలిజరిన్ (1 : 2 డైహైడ్రాక్సీ ఆంత్రక్వినోన్)**: తొలుత దీనిని మాడర్ వేరునుండి, చిరివేరునుండి చిరివేరురంగువలె తయారుచేయుచుండెడివారు. నేడు కోల్ తారులో బహుళముగా లభ్యమగు ఆంత్రసీన్‌ను ఆక్సీకరించి ఆంత్రక్వినోన్‌గా మార్చి, దీనియొక్క సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నమును సోడియమ్‌కార్బొనేట్‌తో తటస్థీకరింతురు. ఈ సోడాలవణమును, కొంచెము పొటాసియమ్ క్లోరేట్ చేర్చిన కాస్టిక్ సోడాతో కలిపి వేడెక్కించి ద్రవీకరింతురు. ఈ చివర ప్రక్రియను ఒత్తిడిలో జరిపింతురు. ప్రక్రియ పర్యవసానమున లభ్యమగు మిశ్రమము చల్లారిన తరువాత దానికి సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్చుటవలన, ఇటుక రంగుగల చూర్ణరూపములో అలిజరిన్ విడివడును.

ఆంత్రక్వినోన్ β-సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ యొక్క సోడియమ్‌లవణము

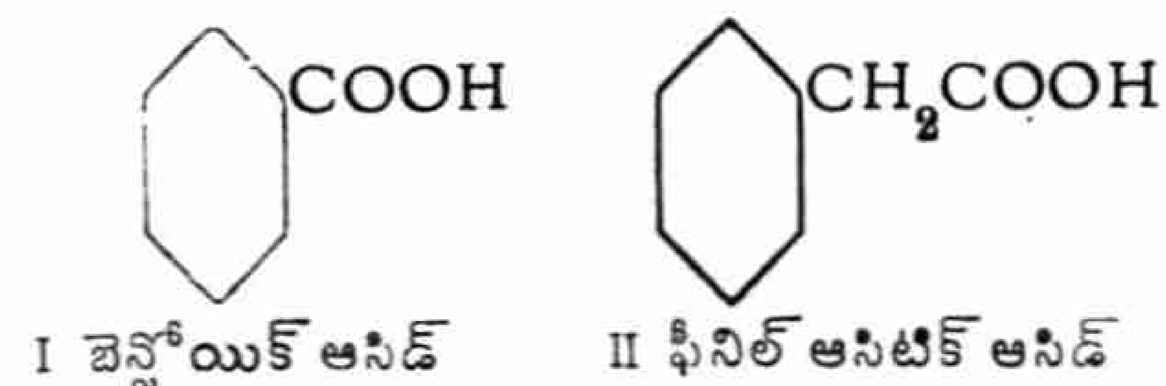



అలిజరిన్

అలిజరిన్‌నుండి మరికొన్ని వర్ణద్రవ్యములు నిర్మించబడుచున్నవి. ఇవి అన్నియు అలిజరిన్‌వలె ఆంత్రక్వినోన్ యొక్క డై, ట్రై, బహుళ - హైడ్రాక్సీవ్యుత్పన్నములే.

**ఫినాంత్రీన్**: ఆంత్రసీన్‌వలె ఇది కూడ కోల్ తారులో దొరకెడు హైడ్రోకార్బన్ యౌగికము. ఆంత్రసీన్‌తో సమాంగరూపతను ప్రదర్శించుటయే దీని పరిగణనకు హేతువు. దీనికిగాని, దీని వ్యుత్పన్నములకుగాని పారిశ్రామిక ప్రాముఖ్యత అంతగా లేదు. ఐనను ప్రకృతిలో దొరకు అల్కలాయిడ్‌లు (చూ. పు. 189) అను మహత్తర శారీరక ప్రవృత్తిగల విషములగు మార్ఫిన్‌వంటి నైట్రోజన్ యౌగికములలో ఒకజాతి దీనినుండి ఉత్పన్నమైనట్లు భావింపబడుచుండుటచే దీనికి కొంత ప్రాధాన్యము వచ్చినది.

బెన్జీన్ యొక్క తక్కిన హోమోలగ్రీయశ్రేణులలో వలె కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్‌లందుకూడ కార్బాక్సిల్ గణములు వలయ కార్బన్ పరమాణువునకు సంధించి ఉన్నవి (చూ. 1వ చిత్రము), వలయమునకు కొంచెము దూరముగాఉన్న




I బెన్జోయిక్ ఆసిడ్ II ఫినిల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్

ఆల్కిల్ గణమునకు చెందిన కార్బన్‌పరమాణువుతో చేరి ఉన్నవి (చూ. II వ చిత్రము) అను రెండు తరగతుల యౌగికములు కలవు. సి. వి. సు.

**బార్క్లా, సి. జి. (1877 - 1944)**: ఇంగ్లీషు భౌతిక విజ్ఞాని. లివర్‌పూల్, కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలలో విద్యనభ్యసించి మొదట లండన్‌లోను, తరువాత ఎడింబరోలోను (1913) భౌతికశాస్త్రాచార్య పీఠమును అలంకరించెను. 1912 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. X - కిరణములపై ఈతడు కావించిన పరిశోధనలకై, ఈతనికి 1917 లో భౌతికశాస్త్ర నోబెల్ బహుమానము లభించినది. పరమాణువులవల్లనగు X - కిరణ పరిక్షేపణ సంఘటనలను అనుశీలించి, పరమాణురచనలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లు, పరమాణ్వంకమునకు సమముగా ఉండునని ఈయన నిరూపించగలిగెను. జి. శి. రా.

**బాష్పప్రేషనిమ్నమము**: చూ. ద్రావణములు II - పు. 420.

**బాష్పప్రేషము**: చూ. ద్రవములు I - పు. 403.

**బిరిలియమ్**: ఇదిఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 4; సంకేతము Be; పరమాణుభారము 9.013; విశిష్టగురుత్వము 1.8. దీనిఉనికిని 1808 లో వలర్, బుస్సీ కనుగొన్నారు. ప్రకృతిలో విస్తృతమై ఉన్నప్పటికిని బిరిలియమ్ ఖనిజములు చాల కొద్దిరాశిలో ఉన్నవి. దీని ముఖ్యఖనిజము బెరిల్; అనగా క్లిష్టరచనగల బిరిలియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ ($Al_2Be_3(SiO_3)_6$). యూరప్‌లోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను, ఆఫ్రికాలోను

చాలాచోట్ల ఇది దొరకును; ఇండియాలో ఇది బీహారులో లభించును. నెల్లూరుజిల్లా అభ్రకగనులలోను దక్షిణాదిని కొన్నిచోట్లను బెరిల్ అరుదుగా కలదని ఇటీవల కనుగొనిరి. నిర్మలమై, ఉజ్జ్వలవర్ణము కలిగిన బెరిల్ స్ఫటికములు చాల ప్రాచీనకాలమునుండి మణులుగా పరిగణించబడుచున్నవి. నీలమణి బెరిల్ యొక్క రూపాంతరమే. పచ్చ (మరకతము) కొద్దిగా క్రోమియమ్‌ఆక్సైడ్ కలసిన బెరిల్.

**ధాతుసాధన:** ఖనిజమును పొడిచేసి, పొటాసియమ్ కార్బొనేట్‌తో కలిపి కాల్చి, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించి ఇగిర్చి, ఫలిత ద్రవ్యమును మరుగుచున్న నీటితో సారమును తీయుదురు. సిలికన్‌డైఆక్సైడ్‌ను వడపోతవలన వేరుచేసి, సారములోఉన్న అల్యూమినియమును, పొటాసియమ్ ఆలమ్‌గామార్చి స్ఫటికీకరించి వేరుపరతురు. మిగిలిన ద్రావణమునకు హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌ను చేర్చుటవలన ఖనిజమందున్న ఇనుము, ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరించబడును. ఇప్పుడు ఈ ద్రావణమును అమోనియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణములో పోసినచో ఫెర్రిక్, అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్‌లు అవక్షిప్తములై బెరిలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అమోనియమ్ కార్బొనేట్‌లో ద్రావ్యమగుటచే దానిలో విలీనమై ఉండును. ఈ వడపోతవలన అవక్షేపమును వేరుచేయగా వచ్చిన ద్రావణమును ఇగిర్చినచో బెరిలియమ్ కార్బొనేట్ స్ఫటికములు లభించును. ఈ ద్రవ్యమును గాలిలో కాల్చినచో బెరిలియమ్‌ఆక్సైడ్ లభించును. దీనినుండి ఇచ్చవచ్చిన లవణమును దానికి అనుగుణమైన ఆమ్లమును ఉపయోగించి తయారుచేయవచ్చును.

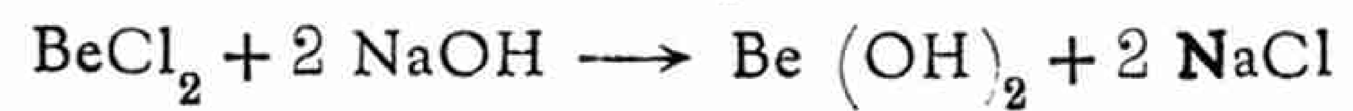
బెరిలియమ్, సోడియమ్‌క్లోరైడ్ మిశ్రమును కరగించగా వచ్చిన ద్రవమును విద్యుత్ విశ్లేషణము గావించుటవలన ఋణధ్రువమువద్ద ధాతువు లభించును.

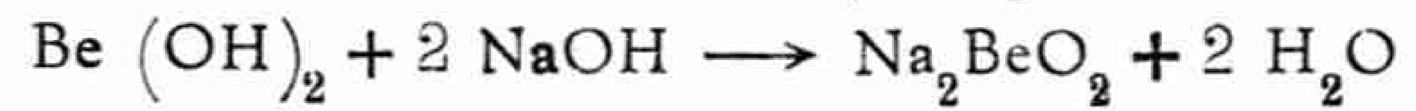
**ధర్మములు:** బెరిలియమ్ ధాతువు మగ్నీషియమ్‌ను పోలి ఉండును. తెల్లగను, పెళుసుగను ఉండు గట్టి ధాతువు. ఆ వర్గమునందు ఉన్న ధాతువులన్నిటిలో దీని ద్రవాంకము (1350° C) చాల ఎక్కువ; మంచి విద్యుత్‌వాహకము. అల్యూమినియమువలె ఇదికూడ గాలిలో మార్పుచెందదు; కాల్చినచో గాలిలో మండును. నీటికి దీనిపై రాసాయనికప్రభావము ఏమియులేదు. సజలహైడ్రోక్లోరిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లలో సులభముగా కరుగును. నైట్రిక్ఆసిడ్‌లో అల్యూమినియమువలె జడత్వమును పొందును. అల్యూమినియమువలె ఇదికూడ క్షారములలో కరిగి హైడ్రోజన్‌ని విడుదలచేయును.

**ఉపయోగములు:** మెత్తని ఉక్కుకన్న గట్టిదనముగల ధాతుమిశ్రములను తయారుచేయుటకు రాగితో కూడ దీనిని ఉపయోగింతురు. అటంబాంబు నిర్మాణములో శృంఖలావిదారక్రియను స్థాపించు తొలి న్యూట్రాన్‌లను తయారుచేయుటకు బెరిలియమ్‌ధాతువు వాడుకలోఉన్నది. పలన బెరిలియమ్ లక్ష్యమును ఆల్ఫాకణములతో ఘట్టించినచో న్యూట్రాన్‌లు బయలు వెడలును.

**యౌగికములు:** బెరిలియమ్‌ఆక్సైడ్ (BeO) బెరిలియమ్ కార్బొనేట్‌ను కాల్చినచో లభించును.

**బెరిలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్:** బెరిలియమ్ లవణద్రావణములకు కాస్టిక్‌సోడా కలిపినచో గోజువంటి తెల్లటి అవక్షేపము లభించును. ఇది మరల ఎక్కువ కాస్టిక్‌సోడాలో కరగి బెరిలేట్ ఏర్పడును:

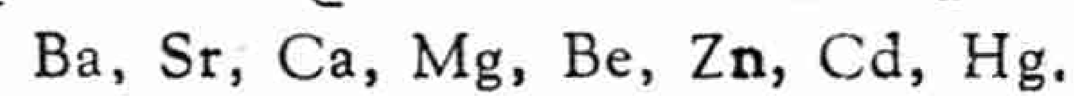

$$BeCl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Be\,(OH)_2 + 2\,NaCl$$


$$Be\,(OH)_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2BeO_2 + 2\,H_2O$$

బెరిలియమ్ క్లోరైడ్ ($BeCl_2$), బెరిలియమ్ సల్ఫేట్ ($BeSO_4$, 4 $H_2O$), బెరిలియమ్‌నైట్రేట్ [Be $(NO_3)_2$] మొదలగు లవణములు అన్నియు బెరిలియమ్ కార్బొనేట్‌కు ఉచిత ఆమ్లముల చేర్చుటవలన తయారుచేయవచ్చును.

బి. గో. కృ.

**బెరిలియమ్‌వర్గము:** ఇందు బెరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, రేడియమ్ ఉన్నవి. ఈ వర్గమునకు చెందిన మూలద్రవ్యములు అన్నియు మొదటివర్గము వాటివలె ధాతువులే. మొదటి వర్గమువలె ఇదికూడ a, b అను రెండు ఉపవర్గముల లోనికి విభజింపబడవచ్చును. ఇందు II a కు చెందినవి బెరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, రేడియమ్‌లు. వీటికి క్షారమృత్తులనిపేరు. నిజముగా బెరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ క్షారమృత్తు జాతికి చెందినవి కావు. II b వర్గమునకు చెందినవి జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసము. మొదటివర్గములోవలె ఇందలి ఉపవర్గములు కూడ పరస్పర భిన్నధర్మములు కలవి. కాని ఇందలి గుణవ్యత్యాసము మొదటి వర్గమునందు అగుపించునంత లేదు. ఇందలి ధాతువులు అన్నియు స్థిరమైన ద్వియోజనీయతను కనపర్చును. a ఉపవర్గములోని ధాతువులు b ఉపవర్గములోని వాటికన్న ధనవిద్యుత్ ధర్మములు కలవి. ఈ వర్గమునందలి ధాతువులన్నిటిని ధనవిద్యుతీయ గుణక్రమములో క్రింది రీతిని అమర్చవచ్చును:


Ba, Sr, Ca, Mg, Be, Zn, Cd, Hg.

ఈ క్రమములో పూర్వధాతువు, దాని తరువాతి దాని కన్న ఎక్కువ ధనవిద్యుత్‌ధర్మములను చూపును. a ఉప

వర్గములో మిక్కిలి బరువైనధాతువు (బేరియమ్) గరిష్ఠ ధనవిద్యుత్‌ధర్మము కలది. b ఉపవర్గములో మిక్కిలి బరువైనధాతువు (పాదరసము) కనిష్ఠ ధనవిద్యుత్ ధర్మము కలది. ఇట్లు మగ్నీషియమ్, బిరిలియమ్ రాసాయనిక ధర్మములలో a, b ఉపవర్గముల మధ్యస్థానమును ఆక్రమించిఉన్నవి. కొన్ని విషయములలో బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్‌లకు క్షారమృత్తులతోకన్న జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసములతో ఎక్కువ సాదృశ్యము కలదు. ఉదాహరణమునకు ఈ ధాతువుల సల్ఫేట్‌లు జింకు, కాడ్మియమ్ సల్ఫేట్‌లవలె నీటిలో ద్రావ్యములు; క్షారమృత్తుల సల్ఫేట్‌లు అద్రావ్యములు. మగ్నీషియమ్‌సల్ఫేట్ జింకు సల్ఫేట్‌తో సమస్ఫటికరూపమును స్వీకరించును. రెండింటికిని సాంకేతిక సాదృశ్యము కలదు. ($RSO_4 \cdot 7\,H_2O$) జింకు, కాడ్మియమ్, పాదరసములవలె బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్‌లు కార్బన్ ధాతుయౌగికములను ఇచ్చును (చూ. కార్బన్‌ధాతుయౌగికములు-పు. 262). కాని జింకు, కాడ్మియమ్, మర్క్యురీసల్ఫైడ్‌లవలె బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ సల్ఫైడ్‌లు వాటి లవణద్రావణముల నుండి అవక్షేపించబడవు. ఈ గుణములో ఇవి క్షారమృత్తులను పోలిఉన్నవి. క్షారమృత్తులఫ్లోరైడ్‌లవలె మగ్నీషియమ్ ఫ్లోరైడ్‌కూడ నీటియందు విలీనముకాదు. ఇట్లు బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ రెండును రాసాయనిక ధర్మములలో II a, II b ధాతువులకు మధ్యస్థములుగా ఉన్నవి. ఆవర్తక్రమములో ప్రతివర్గములో మీద నుండి క్రిందకు విస్తరించిఉన్న రెండు మూలద్రవ్యములకు దృష్టాంత (టిపికల్) ద్రవ్యములని మెండెలేయఫ్ పేరిడెను. మొదటివర్గములో లిథియమ్, సోడియమ్; దీనిలో బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్ దృష్టాంత ద్రవ్యములు. దృష్టాంత ద్రవ్యములందు వర్గధర్మములన్నియు సమగ్రముగా కన్పట్టును.

ఇంకొకవిశేషము ఏమనగా మొదటివర్గమునకు చెందిన లిథియమ్, ఐమూలగా రెండవవర్గములో ఉన్న మగ్నీషియమ్‌తో కొంత సాదృశ్యమును కనపర్చునట్లు ఈవర్గములో మొదటిదగు బిరిలియమ్, మూడవవర్గములో ఐమూలగా ఉన్న అల్యూమినియముతో సాదృశ్యమును కనపర్చును. వీటిని మెండెలేయఫ్ ఐమూల సంబంధములని సంకేతించెను.

క్షారమృత్తులహైడ్రాక్సైడ్‌లు ప్రబలక్షారములుగా ఆచరించును. II b ద్రవ్యముల ఆక్సైడ్‌లు, మిక్కిలి బలహీనములగు లవణాధారములు. జింకుఆక్సైడ్ ఆమ్లమువలెకూడ ఆచరించును. క్షారమృత్తుల హైడ్రాక్సైడ్‌లు నీటిలో కరుగును. దృష్టాంతద్రవ్యములఆక్సైడ్‌లు b ద్రవ్యముల ఆక్సైడ్‌లతోపాటు నీటిలో కరగవు. క్షారమృత్‌ధాతువులు నీటిని సాధారణ తాపక్రమములలో విశ్లేషించి, హైడ్రోజన్‌ని విడుదలచేయును. II b వర్గ ధాతువులకు అట్టిరాసాయనికచర్య లేదు. చూ. బిరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, రేడియమ్.

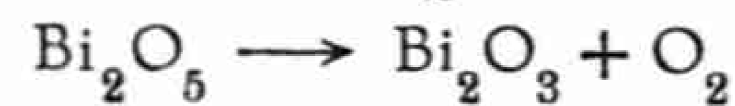
బి. గో. కృ.

**బిస్మత్తు** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 83 ; పరమాణుభారము 208.99 ; సంకేతము Bi ; విశిష్టగురుత్వము 9.8. ద్రవాంకము 271.3°C ; క్వథనాంకము 1477°C. దీని ఉనికిని లెమెరీ, జియాఫ్రాయ్ కనుగొన్నారు.

ఆక్సైడ్‌లు : బిస్మత్తుట్రైఆక్సైడ్ ($Bi_2O_3$); బిస్మత్తు పెంటాక్సైడ్ ($Bi_2O_5$).

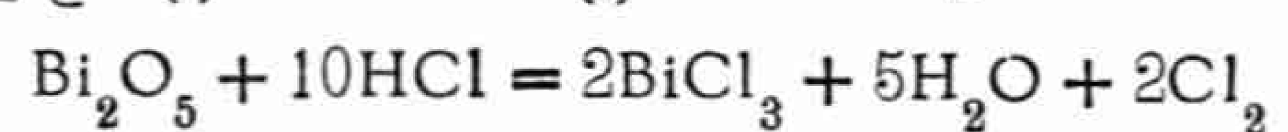
బిస్మత్తుట్రైఆక్సైడ్ ($Bi_2O_3$) : బిస్మత్తును గాలిలో కాల్చినపుడుగాని, దాని కార్బొనేట్‌ను, నైట్రేట్‌ను కాల్చినపుడుగాని పసుపురంగుచూర్ణముగా లభ్యమగును. ఇది లవణాధారము; ఆమ్లములతో త్రియోజనీయలవణములను ఇచ్చును : $BiCl_3$, $Bi_2(SO_4)_3$

బిస్మత్తుపెంటాక్సైడ్ ($Bi_2O_5$) : లెడ్‌డైఆక్సైడ్ లేదా మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్‌వలె సూపర్‌ఆక్సైడ్‌గా ఆచరించును; వేడిచేసినపుడు ఆక్సిజన్‌ని ఇచ్చును :



$$Bi_2O_5 \longrightarrow Bi_2O_3 + O_2$$

హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌ను క్లోరిన్‌గా ఆక్సీకరించును :



$$Bi_2O_5 + 10HCl = 2BiCl_3 + 5H_2O + 2Cl_2$$

సల్ఫైడ్‌లు : ఈ మూలద్రవ్యముల యొక్క చిత్రవిచిత్రమైన రంగులుగల సల్ఫైడ్‌లు గుణాత్మక విశ్లేషణమందు మనకు తారసిల్లును.

ఆర్సెనిక్ ట్రైసల్ఫైడ్ ($As_2S_3$) ఉజ్జ్వలమైన పసుపురంగు

ఆర్సెనిక్ పెంటాసల్ఫైడ్ ($As_2S_3$) ఉజ్జ్వలమైన పసుపు

ఆంటిమోని ట్రైసల్ఫైడ్ ($Sb_3S_3$) నారింజపండురంగు

ఆంటిమోని పెంటాసల్ఫైడ్ ($Sb_3S_3$) గాఢమైన ఎర్రరంగు.

బిస్మత్తు సల్ఫైడ్ ($Bi_2S_3$) నేరేడుపండు రంగు.

చూ. ఆర్సెనిక్ వర్గము - పు. 185.

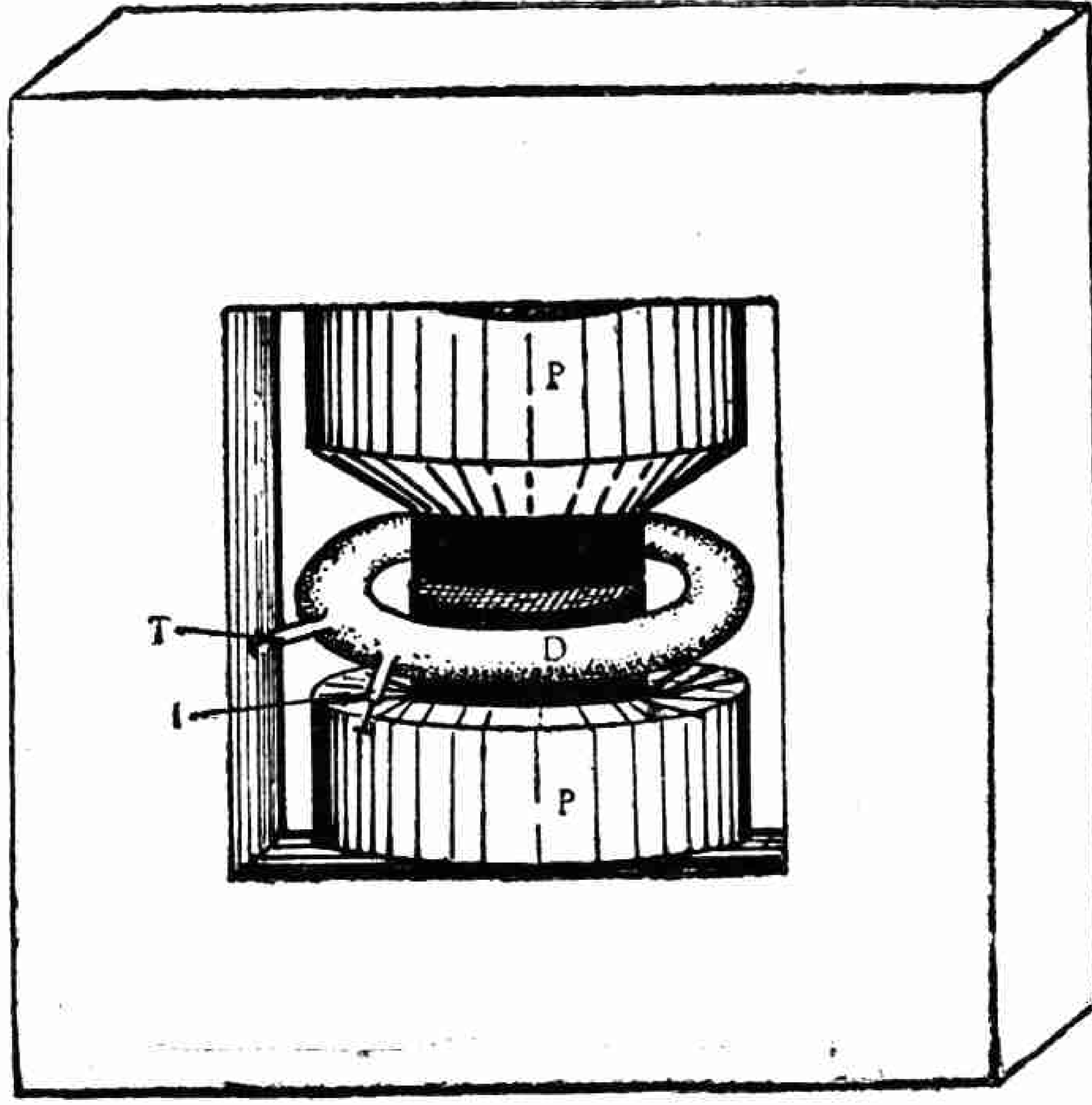
మే. వ. స.

**బీటా ($\beta$) కణములు** : చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199.

**బీటాట్రాన్** : ఎలక్ట్రాన్‌ల గతిని శీఘ్రముగ వృద్ధి పొందించుటకు నిర్మించబడిన పరికరము 'బీటాట్రాన్'. ఈ పరికరమును మొట్టమొదట 1941 లో సృజించినవాడు ఇల్లినాయ్ యూనివర్సిటీకి చెందిన కెర్‌స్ట్ విజ్ఞాని.

బీటాట్రాన్‌రచనలో ముఖ్యమైనఅంగముచాల పెద్దదగు విద్యుదయస్కాంతము. దీనిని నిర్మించుటలో అతిఉత్తమ

శ్రేణికి చెందిన 'సిలికాన్ - ఉక్కు -రేకులు' వాడబడును. దీనిని ఉత్తేజించుటకు సెకనుకు 60 - 600 మధ్యనున్న

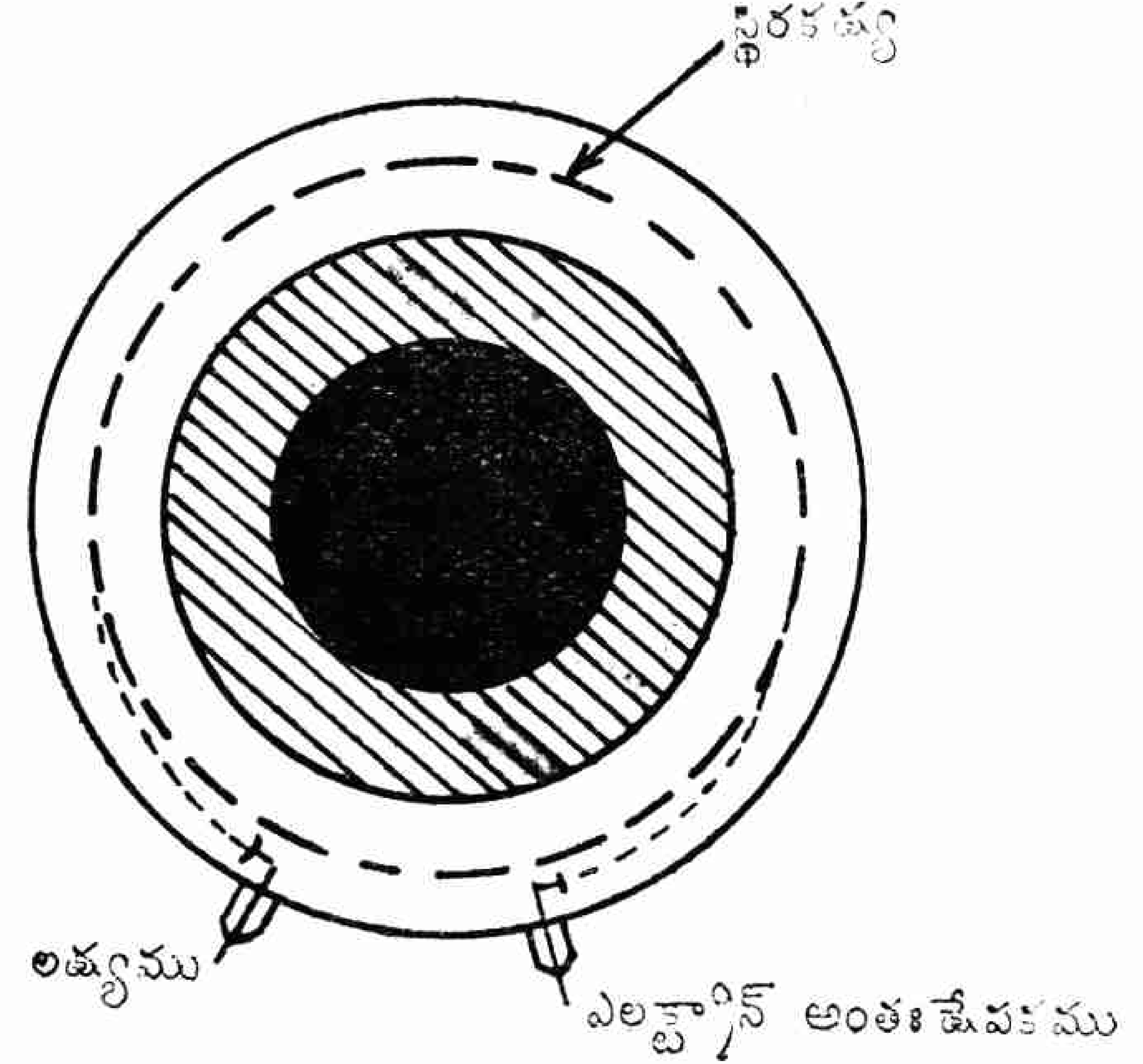



1 వ పటము
P : ప్రథమవేష్టనము
D : గాజుగొట్టము - ద్వితీయవేష్టనము
T : లక్ష్యము (టార్గెట్)
I. ఎలక్ట్రాన్ అంతఃక్షేపకము (ఇన్‌జెక్టర్)

ఆవర్తి (ఎ. సి.) పౌనఃపున్యమును వాడుకచేయుదురు. బీటాట్రాన్‌చర్య సాధారణమగు పరివర్తకముయొక్క చర్యను పోలిఉండును. బీటాట్రాన్ నిజముగ పలకలుగ ఉన్న మధ్యభాగము కలిగిన ఒక పెద్దవిద్యుత్‌అయస్కాంతము. పరివర్తకముతో సరిపోల్చిచూచిన ఈపరికరపు మధ్యభాగము ప్రాథమిక వేష్టనముచే కప్పిఉండును. దీనికిని, పరివర్తకమునకును ఉండు గణనీయమగు వ్యత్యాసము రెండవపరివేష్టనస్వభావమందు గలదు. ఈపరివేష్టనము తీగతో చేయబడినదికాదు. ఇది వలయాకారమున ఉన్న ఒక పెద్దగాజుగొట్టము. రేచకయంత్రసహాయమున ఈగొట్టమును వాయురిక్తముగ చేయుదురు. ఈగొట్టము లోని లోపలిప్రక్కను ఒకధాతుపొర అంటించియుండును. గాజుగొట్టపు తలముపై విద్యుత్‌ఆవేశమును ఒకచోట ప్రోగవకుండ చేయుటకు ఈపొర ఆవశ్యకము.

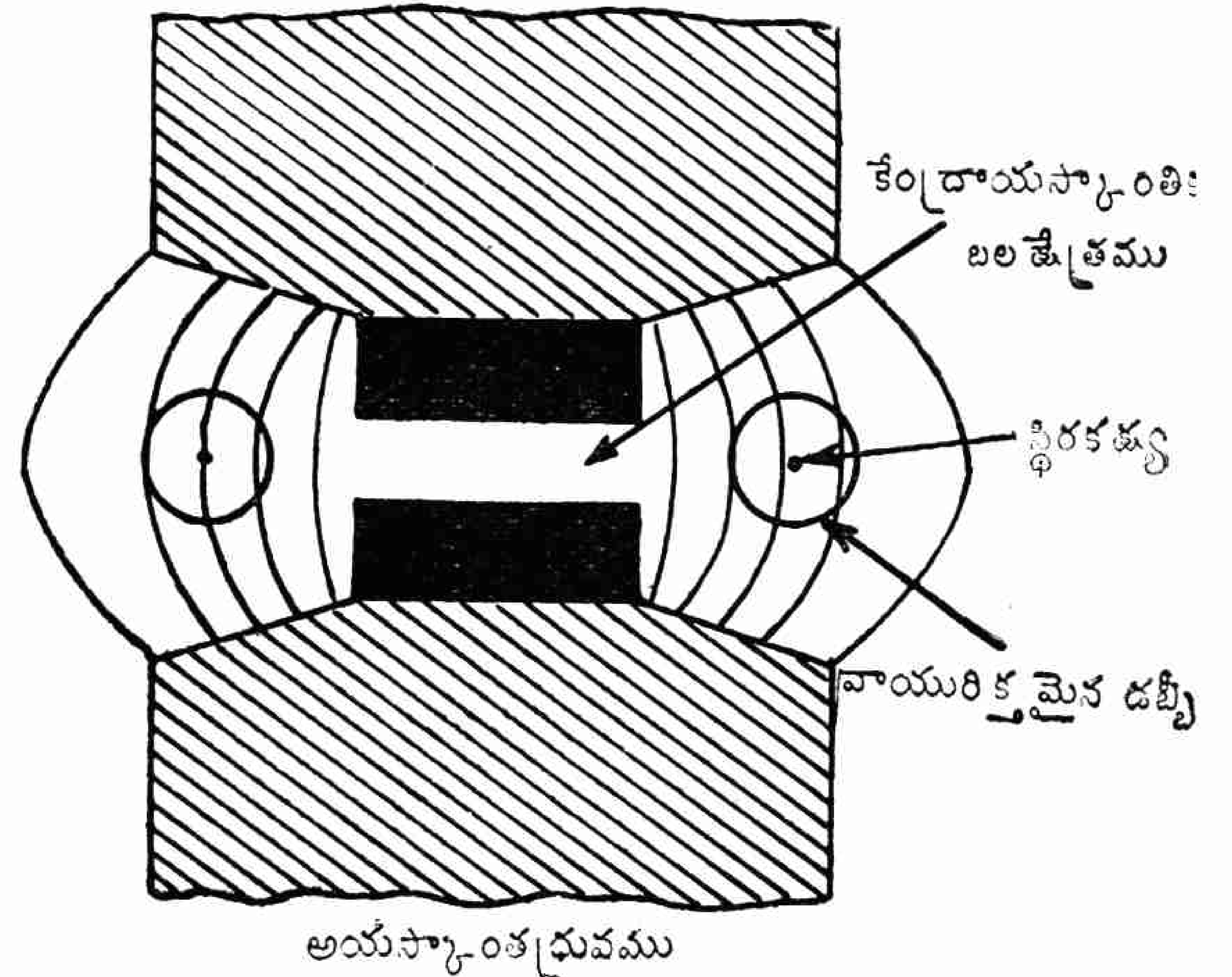
ఆవర్తివిద్యుత్‌ప్రవాహము ఒక విద్యుద్వాహకముగుండ ప్రవహించునపుడు దానిశక్మ హెచ్చుచు తగ్గుచుండును. చూ. ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహము - పు. 200

శక్మయందు మార్పులన్నియును, ప్రాథమికవేష్టనము గుండ పంపబడిన ఆవర్తివిద్యుత్‌ప్రవాహమునకు అన్వయించును. ఈ ఆవృత్తి మొదటిపాదమందు మొదటి పరివేష్టనమధ్యమున అయస్కాంతస్యందము (ఫ్లక్స్) మారుచుండుటచే ద్వితీయపరివేష్టనముగ ఆచరించుచున్న గాజు గొట్టములో విద్యుత్ ప్రవాహబలము పెరుగుచుండును. విద్యుత్‌ప్రవాహము నిజముగ ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహమే




2 వ పటము. బీటాట్రాన్ క్షైతిజచ్ఛేదము

అని మనము జ్ఞాపకముఉంచుకొనిన, గొట్టమందు ప్రవాహబలము పెరుగుచున్నదనిన, అందలి ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహవేగము అధికమగుచున్నదన్నమాట. అనగా, బీటాట్రాన్ ప్రథమవేష్టనమధ్యమమందు జరుగు అయస్కాంతస్యందపరి




3 వ పటము, బీటాట్రాన్ లంబచ్ఛేదము

ణామమునుబట్టి గొట్టమందు ఎలక్ట్రాన్‌వేగము కూడ ఎక్కువగుచుండును. ఇదియే బీటాట్రాన్‌యొక్క ఆచరణ సూత్రము. అందుచే పైని నిరూపించబడిన విద్యుత్‌ప్రవాహ ఆవృత్తికి చెందిన ప్రథమపాదప్రారంభమున ఒకఎలక్ట్రాన్ సమూహమును మనము గొట్టములోనికి ప్రవేశపెట్టిన పరిసరఅయస్కాంత క్షేత్రబలమును అనుసరించి నియతపరిణామముగల కక్ష్యలలో ఆ గొట్టమందున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు వలయాకారమున తిరుగుచుండును. తిరుగుటయేకాక,

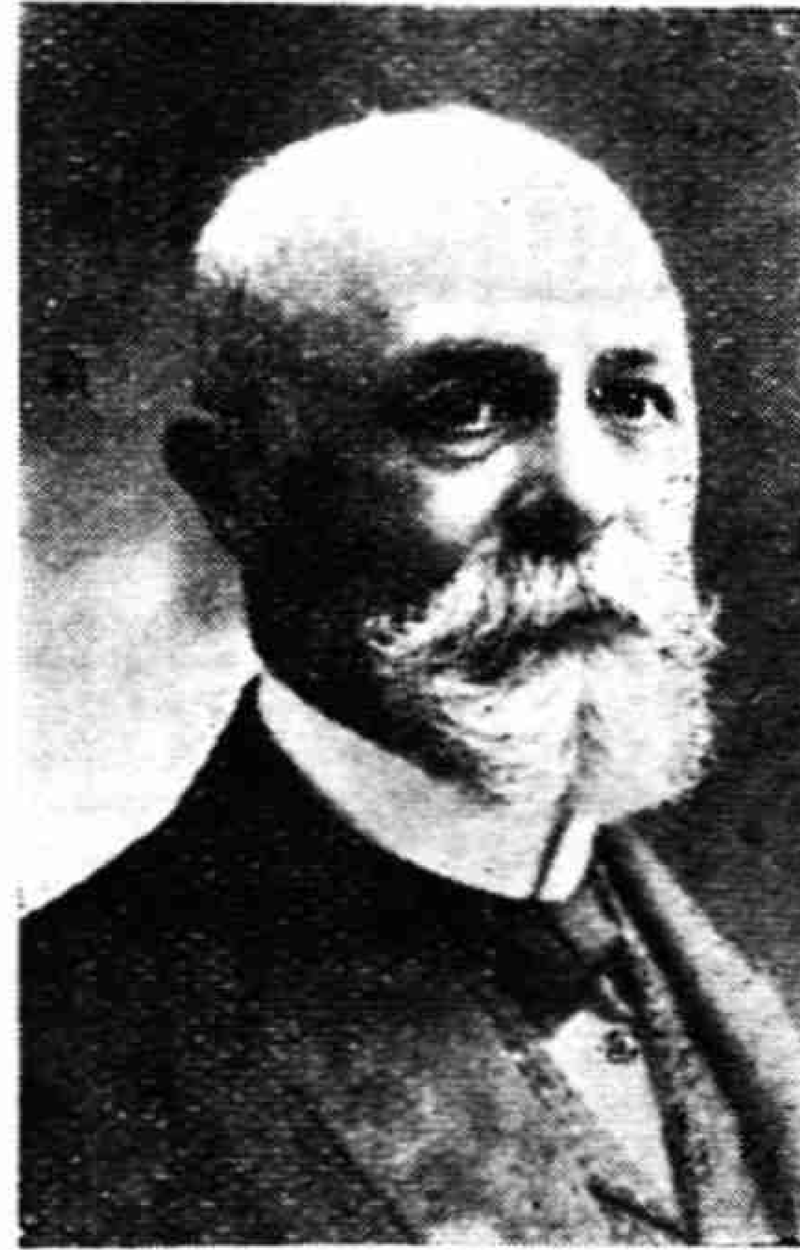
వినియుక్తమైన విద్యుత్‌అయస్కాంత క్షేత్ర మాహాత్మ్యమున, వాటివేగముకూడ అతిశయించుచుండును. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌కక్ష్యల వ్యాసము మాత్రము పెరుగదు. ఏలన, ఎలక్ట్రాన్‌లవేగము అతిశయించుచున్నను, అయస్కాంత క్షేత్ర బలముకూడ తదనురోధముగ ఎక్కువ అగుచుండుటచే, ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యావ్యాసము స్థిరముగఉండును. విద్యుత్ ప్రవాహఆవృత్తి ప్రథమపాదమునందు ప్రాథమికవేష్టనమునకు అనుబంధముగఉన్న మరొకవేష్టనముగుండ అతిభారమగు విద్యుత్‌ప్రవాహతరంగము ఒకటి పంపబడును. దీనిఫలము ఏమన, ఇదివరకు మార్పుచెందని ఎలక్ట్రాన్‌కక్ష్య ఆకస్మికముగ విస్తరించును. దీనిప్రయోజనముఏమన, పరికరములో లక్ష్యముగఉంచబడిన వస్తువువైపు ఈ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును మళ్ళించుట. అట్లు ఒక ఆవృత్తి యొక్క ప్రథమపాదమందు నిక్షేపక, విస్తారక క్రియలు రెండును ఒకేసారి జరుగుచుండును. దీనిఫలితముగా గొట్టములోని ఎలక్ట్రాన్‌ల ఆవృత్తిపాదము ముగియకమునుపే వాటి వేగము ఎక్కువ చేయబడును. కాన, ఈ స్వల్పకాలావధిలో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఆగొట్టముగుండ ఒక పదిలక్షల పర్యాయములైన ప్రదక్షిణముచేసి, వందలకొద్దిమైళ్లు పయనించును. అయినను, ఈ ఉపకరణమందు ఉపయోగించు అయస్కాంతధ్రువములకు ఉచితమగు ఆకృతిని ఇచ్చినచో ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్నిటిని ఒకసూక్ష్మకిరణరూపమున కేంద్రీకరించవచ్చును.

కేంద్రకవిచ్ఛేదన క్రియలయందుకన్న, అతి శక్తిమంతమైన X - కిరణముల నిర్మించుటయందు బీటాట్రాన్ హెచ్చు ఉపయోగకారిగ ఉన్నది. ఇట్టి శక్తిమంతమైన X - కిరణములు కేన్సర్ వంటి దుష్టవ్రణముల చికిత్సకు వాడుకలో ఉన్నవి. జె. భీ.

**బీవాట్రాన్ :** ఇది విద్యుదావిష్టకణములను సైక్లోట్రాన్ కన్న ఎక్కువ సామర్థ్యముతో త్వరింపజేయును. కాని దీనికి సైక్లోట్రాన్ లక్షణములు చాల గలవు. ఇది ఎడ్విన్ ఎమ్. మాక్మిలన్ అను యునైటెడ్‌స్టేట్స్ విజ్ఞానిచే నిర్మితము. ఇంతకన్న చాలపెద్ద దానిని బ్రూక్‌హేవన్ లోన్ ఐలెండ్‌లో కట్టిరి. దీని సామర్థ్యము 100 బిలియన్*ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు. మే వ. న.

**బెక్‌మాన్ విధానము :** చూ. అణుభారనిర్ణయము - పు. 126.

**బెక్రెల్, ఆంట్వాం ఆన్రి (1852 - 1908) :** ఫ్రెంచ్ భౌతికవిజ్ఞాని. ప్యారిస్‌లో విద్యను పూర్తిచేసి, అచ్చటనే ఈకోల్ పోలీటెక్నిక్‌లో ఆచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. 1896 లో ఈతని పేరును మోయుచున్న కిరణములు యురేనియమ్ లవణములనుండి బయటికి వచ్చినట్లు ఈతడు కనుగొనెను. వస్తువుల ప్రస్ఫురణ గుణమును పరీక్షించుటకై ప్రస్ఫురణ దర్శకము అను పరికరము ఒకదానిని నిర్మించెను. అయస్కాంతత్వము, కాంతి ధ్రువీకరణము గురించి కూడ ఈయన పరిశోధనలను కావించెను. రేడియోధార్మికతా కిరణములను ఆవిష్కించినందులకై క్యూరీ దంపతులతో కూడ 1903లో ఈయన నోబెల్ బహుమానము పొందెను. కె. ఎస్. ల.



ఆంట్వాం ఆన్రీ బెక్రెల్

**బెన్జీన్ :** చూ. ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్-పు. 181.

**బెన్జీన్ రచన :** చూ. ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు.

**బెన్జీన్ వ్యుత్పన్నములు :** చూ. ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు - పు. 181.

**బెన్జోయిక్ ఆసిడ్‌లు :** చూ. ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 175.

**బెర్కెలియమ్ :** రేడియోధార్మిక స్వభావముగల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 97; సంకేతము Bk ; పరమాణుభారము 249 (స్థూలరాశి). దీనిని పరమాణుశక్తి పరిశోధనాగారములలో కృత్రిమముగా సాధించిరి. దీనిని 1940 లో ఎస్. జి. తాంప్సన్, ఏ. ఘియోర్సో, జి. టి. సీబార్గ్ కనుగొనిరి. ఇది ఆక్టినైడ్ శ్రేణికి చెందినదగుటచే ఆ శ్రేణి ధర్మములనే కలిగి ఉండును. * * *

**బెర్టోలే, క్లాడ్ లూయీ (1748 - 1822) :** ఫ్రెంచ్ రాసాయనికుడు. ట్యూరిన్ యూనివర్సిటీయందు వైద్యశాస్త్రమున పట్టభద్రుడై, ఎకాడమీ ఆవ్ సైన్సెస్‌లో ఆచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను (1772). లావ్వాజ్యే ఉపజ్ఞమగు నూతనజ్వలన సిద్ధాంతమును చేపట్టి రాసాయనికశాస్త్ర పరిభాషాపదముల శోధనలో లావ్వాజ్యేకు సహాయ మొనరించెను. ఈతని 'ఎస్సేద స్టాటిక్ కిమిక్' అను వ్యాసము (1803) రాసాయనిక ప్రక్రియాగతి రహస్యమును ఉద్ఘాటించి రాసాయనికమైత్రి (కెమికల్

* 1 బిలియన్ = 1000,000,000

ఎఫినిటీ) సిద్ధాంతమునకు నాంది ప్రస్తావముగ ఆచరించినది. మే. వ. న.

**బెల్, అలిగ్జాండర్** (1847 - 1922) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ నూతన నిర్మాణకర్త. స్కాట్లండ్ ఈతని జన్మస్థానము. ఎడింబరోలోను, లండన్‌లోను, జర్మనీలోను చదువు పూర్తి అయిన తరువాత 1871 లో బెల్ యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌కు పోయెను. అక్కడ బోస్టన్ కళాశాలలో గాత్ర శారీరక ఆచార్యుడుగా నియమితుడై, 1876 లో టెలిఫోను పరికరమును నిర్మించెను. ఫోటోఫోన్ (1880), గ్రాఫోఫోన్ (1887 మొట్టమొదటి గ్రామఫోన్) ఈతని నిర్మాణములే. కె. రం.

**బేరియమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 56, పరమాణుభారము 137·36; సంకేతము Ba ; విశిష్టగురుత్వము 3·5. బేరియమ్ ధాతువుకూడ ప్రకృతిలో విడిగా లభింపక యౌగికరూపముననే ఉండును. కార్బొనేట్ 'విదరైట్' అను పేర, సల్ఫేట్ 'బెరైటీస్' అను పేర ప్రకృతిలో లభించును.

బేరియమ్‌ధాతువును కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ వలెనే విద్యుత్ విశ్లేషణ సాధనమున తయారుచేయవచ్చును. రాసాయనికగుణములతో కాల్సియమ్‌ను స్ట్రాన్షియమ్‌ను పోలియుండును.

విరివిగా ఉపయోగింపబడు బేరియమ్ లవణము, సల్ఫేట్ ; ఇండియాలో ఇది ముఖ్యముగా రాయలసీమలో మెండుగా దొరకును. ప్రపంచములోని పరిశ్రమలకుఅవసరమైనంతగా కడప, కర్నూలు, అనంతపురము, చిత్తూరు జిల్లాలలో ఉన్నది. ఇది తెల్లని స్ఫటికద్రవ్యము ; నీటిలోను ఆమ్లములలోను బొత్తిగా కరగని లవణము. దీనిని పూతరంగులు తయారుచేయుట యందును, రబ్బరు, కాగితపు పరిశ్రమలయందును వాడుదురు. కిరసనాయిలు, పెట్రోలు తయారగు పరిశ్రమలలో బేరియమ్ సల్ఫేట్ చూర్ణము విరివిగా ఉపయోగపడుచున్నది.

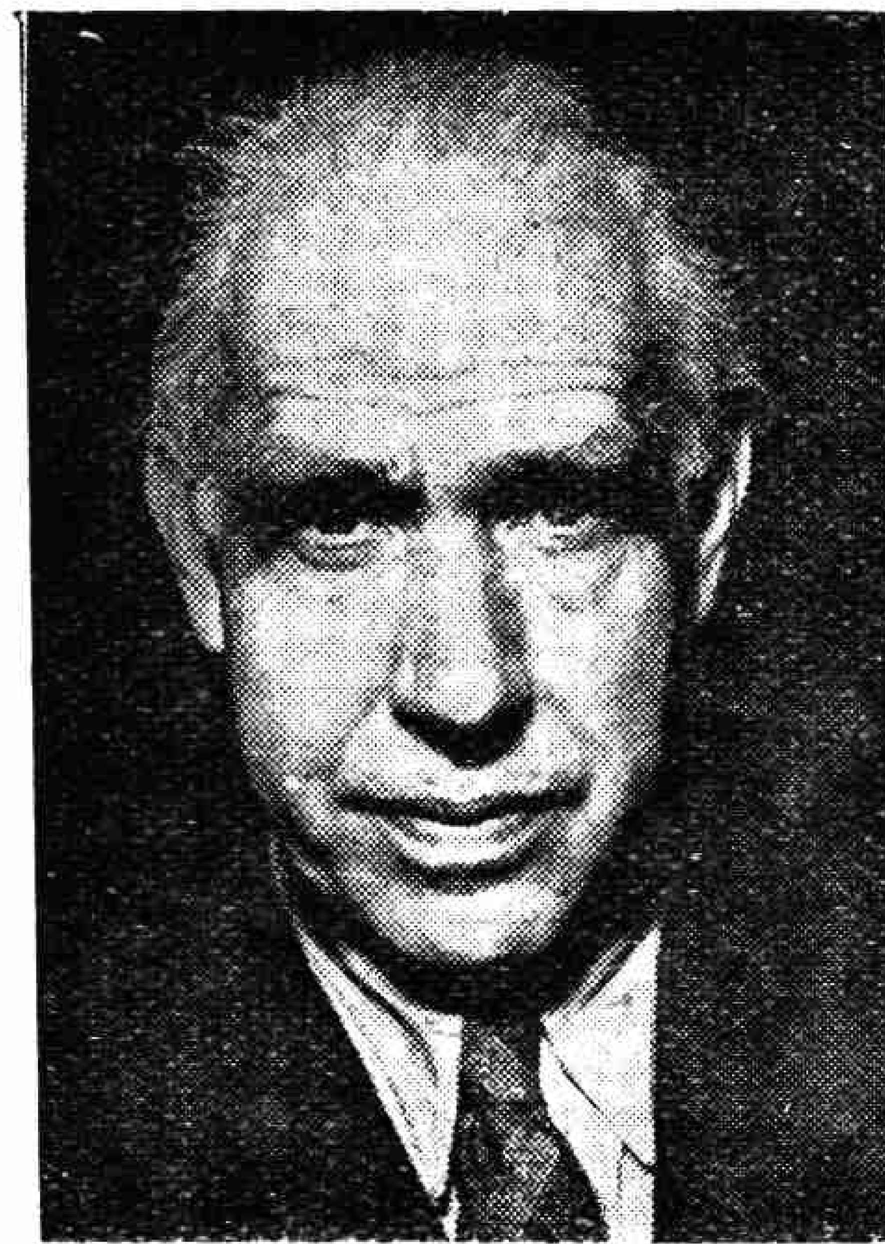
బేరియమ్ నైట్రేట్ లవణము చూచుటకు ఇంపై, ఆకుపచ్చ వర్ణసహితమయిన చక్కనిదీప్తివంతమగు మతాబాలు, చిచ్చుబుడ్లు తయారుచేయుటకు వాడబడుచున్నది. (చూ. బిరిలియమ్‌వర్గము - పు. 510). బి. గో. కృ.

**బైనాక్యులర్స్** : చూ. చాక్షుషపరికరములు-పు. 334.

**బొగ్గు** : చూ. కార్బన్ - పు. 257.

**బోయిల్, రాబర్ట్** (1627 - 1691) : ఐర్లండ్ రాసాయనికుడు, దార్శనికుడు. ధనిక కుటుంబములో జన్మించుటచే ఉన్నత విద్యాభ్యాస మొనర్చెను. 1644 లో ఇంగ్లండునకు తన కాపురమును మార్చిన నాటినుండి శాస్త్రానుశీలనయందు ఆదరము చూపెను. ఈ రాసాయనికశాస్త్రమందు విశేషాభిమానమును ప్రదర్శించి అందు తను గావించిన కృషి ఫలితముగ 'ది స్కెప్టికల్ కెమిస్ట్' అను ఉత్తమ రాసాయనికశాస్త్ర గ్రంథమును ప్రచురించెను. ఇది శాస్త్రమేకాక వైజ్ఞానిక దర్శనముగకూడ రూపొందినది. రచనతో పూర్వపు రాసాయనికశాస్త్ర వ్యాఖ్యాతలు అనుమతించిన రసవాద భావముల ఖండించి రాసాయనికశాస్త్రమునకు ఒక స్వతంత్ర విషయమును శాస్త్ర చరిత్రయందు దానికొక ప్రశస్తస్థానమును కల్పించెను. ఈతడు రాసాయనిక శాస్త్రమునకు ఒక వ్యవస్థిత శాస్త్రరూపమును ఇచ్చుటచే ఈతడు రాసాయనికశాస్త్రపిత అను బిరుదమునకు ఎంతేని అర్హుడు. మే. వ. స.

**బోర్, నీల్స్** (1885 - 1962) : డెన్మార్క్-దేశపు భౌతికవిజ్ఞాని. మొదట కోపెన్‌హేగన్‌లోను, తరువాత కేంబ్రిడ్జిలో జె. జె. తామ్సన్ క్రిందను, తరువాత మాంచెస్టర్‌లో రూతర్‌ఫర్డు క్రిందను పరిశోధనలు కావించెను.



నీల్స్ బోర్

1916 లో కోపెన్‌హేగన్‌లో ఆచార్య పదవిని స్వీకరించెను. 1926 లో రాయల్ సంఘము ఈతనికి సభ్యత్వమును ఇచ్చి సమ్మానించెను. పరమాణు రచనాప్రకృతిని కల్పించి హైడ్రోజన్, అయనీకృత హీలియమ్‌ల వర్ణమాలలోని రేఖల ఉత్పత్తిని వివరించగలిగెను. తరువాత పీలర్‌తోకూడ పరమాణుకేంద్రకమును గురించిన సిద్ధాంతమును ఒక దానిని ప్రతిపాదించెను. నాటి జర్మనీచే ఆక్రమితమైన డెన్మార్క్‌నుండి తప్పించుకొని యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కుపోయి, అచ్చట జరిగిన అటంబాంబు పరిశోధనలలో పాల్గొనెను. యుద్ధము ముగిసిన తరువాత మరల కోపెన్‌హేగన్‌ను చేరుకొనెను. నీల్స్‌బోర్ 1922లో నోబెల్ బహుమానమును పొందెను. జి. సు. రె.

**బోరాన్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 5 ; పరమాణుభారము 10·82 ; సంకేతము B ; విశిష్టగురుత్వము 2·34. దని ఉనికిని గేలుసాక్, తెనార్డ్ కనుగొన్నారు. బోరాన్ యౌగికములు ప్రకృతిలో మొదట అగ్నిశిలలలో సిలికేట్‌లతోపాటు ఉండెడివి. ఈ

శిలలు వాతక్షయమునకు లోనై శిథిలములైనపుడు అందలి ధాతుబోరేట్‌లు వర్షపునీటిలో కరగి సముద్రమును చేరును. భూతలముపై విడిగానున్న ఇట్టి సముద్రములు ఎండిపోయి బోరేట్‌లు స్ఫటికీకరించును. ఇట్లు ఏర్పడినదే స్ట్రాస్‌ఫర్ట్‌లవణనిధిలోని బోరాసైట్ ($Mg_7Cl_2B_{16}O_{20}$). ఉత్తర, దక్షిణఅమెరికాలలో ఇట్టి భూమధ్యసముద్రములు ఎండిపోయి, బోరాక్స్ [($Na_2B_4O_7$), $10H_2O$], కోల్మనైట్ ($Ca_2B_6O_{11}$, 5 $H_2O$), బోరోనేట్రొకాల్సైట్ ($Ca_2NaB_5O_9$, 6 $H_2O$) అను ఖనిజములు ఏర్పడినవి.

అగ్నిపర్వత ఉద్రేకభూయిష్ఠముగుప్రదేశములలో కొన్ని వేడినీటిగుండములలో బోరిక్ ఆసిడ్ మెండుగా విలీనమై ఉండును. ఆస్థలమున పూర్వమునున్న బోరోసిలికేట్‌లు అగ్నిపర్వతప్రభావమున అతితప్తమైన జలబాష్పముచే విశ్లేషితములై, అందలి బోరిక్ ఆసిడ్ నీటిఆవిరితోకూడ బాష్పీభవించి గుండములనీటిలో నిక్షిప్తమగును. ఇటలీలో ఇట్టిగుండమునకు 'సోఫియోన్' అని పేరు.

బోరాన్‌రచన: బోరాన్‌ట్రైఆక్సైడ్ ($B_2O_3$)ను మగ్నీషియమ్‌చూర్ణముతో కలిపి వేడిచేసినచో బోరాన్ లభించును. ప్రక్రియాలభ్యమైనద్రవ్యమును విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో మరగించినప్పుడు మిగిలియున్న మగ్నీషియమ్ ధాతువు, ప్రక్రియలో ఉత్పన్నమైన బోరైడ్‌లు తొలగిపోయి శుద్ధమైన బోరాన్ మిగిలిఉండును. ఇట్లు లభ్యమైన బోరాన్ అస్ఫాటికరూపమున ఉండును.

బోరాన్‌ట్రైబ్రోమైడ్ ($BBr_3$) బాష్పమును శుద్ధమైన హైడ్రోజన్‌తో కలిపి, విద్యుచ్ఛక్తివలన 1200°C లకు తప్తమైన టంగ్‌స్టన్‌తీగపై పంపించినచో సూదులవంటి బోరాన్ స్ఫటికములు ఏర్పడును. స్ఫటిక, అస్ఫాటిక రూపములను కలిగిఉండుటలో బోరాన్ కార్బన్‌ను, సిలికన్‌ను పోలి ఉన్నది.

ధర్మములు: బోరాన్ చాలచురుకైన అధాతువు. గాలిలో కాల్చిన మండి ఆక్సైడ్ ($B_2O_3$), నైట్రైడ్ (BN) ఏర్పడును. ఫ్లోరిన్‌లో మండును; క్లోరిన్‌తోను, గంధకముతోను వేడిచేసినగాని సంయోగించదు. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌నకు లొంగదు. కాని నైట్రిక్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లలో శీఘ్రముగా కరగి బోరిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును.

ఇట్లు రాసాయనికగుణములలో బోరాన్‌కు కార్బన్‌తో చాలపోలిక కలదు.

బోరాన్ హైడ్రైడ్‌లు లేదా బోరేన్‌లు: బాష్పశీలములగు బోరేన్‌లు అనేకములు కలవు. వీటిలో రెండే - డైబోరేన్, [($B_2H_6$) (ఎతేన్‌వంటిది)], టెట్రాబోరేన్ [($B_2H_{10}$) (బూటేన్‌వంటిది)] పేర్కొనదగినవి.

ఈబోరేన్‌లు అన్నియు మగ్నీషియమ్‌బోరైడ్‌ను గాలి సోకకుండ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో కలిపిన ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియలో $B_2H_6$ తప్ప, తక్కినబోరేన్‌లు చాల హైడ్రోజన్‌తో కలిసి లభ్యమగును. ఈ మిశ్రమమును శీతలీకరించి ఆంశికస్వేదనము కావించినచో వీటిని వేర్వేరుగా పడయవచ్చును.

బోరాన్‌ట్రైబ్రోమైడ్ బాష్పమును హైడ్రోజన్‌వాయువుతో కలిపి ఆ మిశ్రముగుండా విద్యుదుత్సర్గము కావించినచో బోరోఎతేన్ ($B_2H_6$) లభ్యమగును.

బోరేన్‌లు చాలచురుకైనవి; గాలిలో వాటంతటవే మండిపోవును. నీటితో ప్రతికరించి బోరిక్‌ఆసిడ్, హైడ్రోజన్ ఏర్పడును :

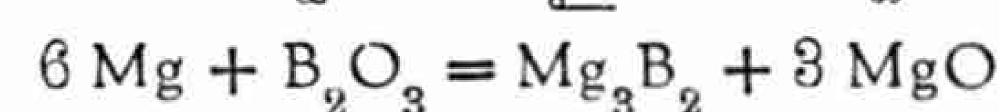


$$B_2H_6 + 6H_2O = 2H_3BO_3 + 6H_2$$

అకర్బనశాస్త్రమందు బోరాన్‌హైడ్రైడ్‌లరచన ఒక గడ్డుసమస్య. ఏలన బోరాన్ నైట్రోజన్‌వలె త్రియోజనీయద్రవ్యమైనను, నైట్రోజన్‌వలె ఇది $BH_3$ అను హైడ్రోజన్ యౌగికమును ఈయదు. బోరాన్ యొక్కసమన్వయ యోజనీయత (4) దానిసమయోజనీయత (3) కన్న హెచ్చు ప్రబలము. అందుచే మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో సంయోగించిన బోరాన్ సమన్వయ యోజనీయతా దృష్టిలో అసంతృప్తమగుటచే $H_3B$ గణముతో సంయోగించి దాని సమన్వయయోజనీయతను పూర్తి చేసికొనును.

$$\begin{bmatrix} H_3B & & H \\ & B & \\ H & & H \end{bmatrix}$$

బోరైడ్‌లు: బోరాన్‌ట్రైఆక్సైడ్‌ను ధాతువులతో కలిపి వేడిచేసినప్పుడు బోరైడ్‌లు ఏర్పడును :



$$6\,Mg + B_2O_3 = Mg_3B_2 + 3\,MgO$$

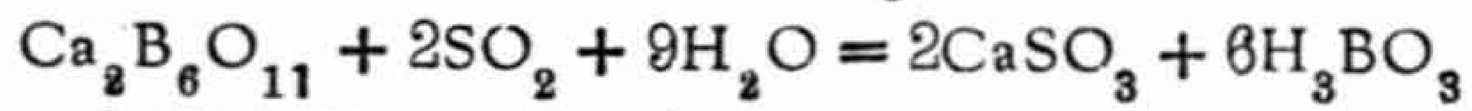
చాలబోరైడ్‌లపై నీటికి ఏచర్యయును లేదు. మగ్నీషియమ్‌బోరైడ్‌మాత్రము నీటితో ప్రతికరించును.

బోరాన్‌ట్రైఆక్సైడ్: బోరిక్‌ఆసిడ్ ఎర్రగాఅగువరకు వేడిచేసినపుడు గాజువంటి బోరిక్‌ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. ఇది నీటిలో కరగి మరలబోరిక్‌ఆసిడ్‌ను ఇచ్చును.

బోరిక్‌ఆసిడ్‌లు: బోరిక్‌ఆసిడ్ ఆర్థో ($H_3BO_3$), మెటా ($HBO_2$), పైరో ($H_2B_4O_7$) అను మూడు విధములు ఉండును; ఈ మూడును ఘనద్రవ్యములే. నీటిలో మెటా, పైరో ఆసిడ్‌లు ఆర్థోఆసిడ్‌గా మారిపోవును. సిలికేట్‌లవలె బహుళ ఆమ్లములనుండి ఉత్పన్నమైన బోరేట్‌లు కూడ కలవు.

పైరో బోరిక్‌ఆసిడ్ యొక్క లవణమైన బోరాక్స్‌నకు హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌ను అధికముగా చేర్చుటవలన ఆర్థోబోరిక్‌ఆసిడ్ అవక్షిప్తమగును. రంగులేని బిడ్డుగల

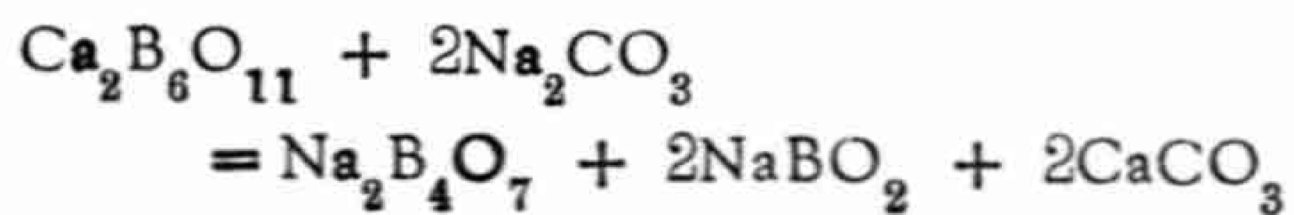
స్ఫటికములుగా బోరిక్ ఆసిడ్‌ను కోల్మనైట్ నుండి తయారు చేయుదురు. ఈ ఖనిజము యొక్క చూర్ణమును నీటిలో ఉంచి, సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును ఆ నీటి లోనికి పంపించిన బోరిక్ ఆసిడ్ లభ్యమగును :



$$Ca_2B_6O_{11} + 2SO_2 + 9H_2O = 2CaSO_3 + 6H_3BO_3$$

బోరిక్ ఆసిడ్ చాలబలహీనమైన ఆమ్లము. 100° C వద్ద మెటాఆసిడ్‌గాను, 140° C వద్ద పైరోఆసిడ్‌గాను మారును. దీనికి కొంచెము సూక్ష్మజీవి ప్రవృత్తిరోధక గుణము కలదు.

**లవణములు :** మిక్కిలి ప్రఖ్యాత లవణము బోరాక్స్ లేదా వెలిగారము ($Na_2B_4O_7$, $10H_2O$). పారిశ్రామికముగా దీనిని కోల్మనైట్ నుండి సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణముతో మరగించుటవలన తయారుచేయుదురు :



$$Ca_2B_6O_{11} + 2Na_2CO_3 = Na_2B_4O_7 + 2NaBO_2 + 2CaCO_3$$

వెలిగారమును కాల్చినపుడు అది పొంగి నీటిని విసర్జించి గాజువంటి ముద్దగా తయారగును. ఈ ముద్దలో కొన్ని ధాతుఆక్సైడ్‌లు కరగి రంగుగల బోరేట్‌లు ఏర్పడును. ఈ గుణమే రాసాయనిక గుణాత్మక విశ్లేషణములో పూస పరీక్షకు ఉపయోగపడుచున్నది.

బోరాక్స్ నీటిలో కరగును. ద్రావణములో ఇది జలవిశ్లేషణమును పొంది రాసాయనికతుల్యభారము సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను విడుదల చేయును:



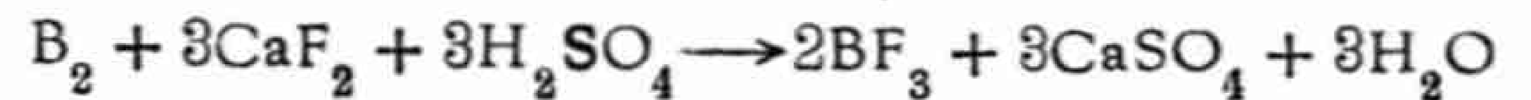
$$Na_2B_4O_7 + 7H_2O = 2NaOH + 4H_3BO_3$$

ఈ విడుదలైన క్షారమును ప్రమాణామ్ల ద్రావణముతో అంశమాపనము కావించవచ్చును. అందువలన పరిశుద్ధమైన బోరాక్స్‌ను ఆమ్లమాపనములో ప్రథమప్రమాణ ద్రావణముగాను ఉపయోగించవచ్చును. కాని స్ఫటిక జలము ఈ లవణమునందు ఉండుట కొంతదోషమే. వెలిగారమును టంకముగా వాడుదురు. గాజును, పింగాణీని తయారు చేయుటలో దీనివాడుక అమితము.

హేలొజన్ యౌగికములు : బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ ($BF_3$); హైడ్రోఫ్లోబోరిక్ ఆసిడ్ ($HBF_4$); బోరాన్‌ట్రైక్లోరైడ్ ($BCl_3$); బోరాన్‌ట్రైబ్రోమైడ్ ($BBr_3$); బోరాన్‌ట్రైఅయొడైడ్ ($BI_3$).

| | $BF_3$ | $BCl_3$ | $BBr_3$ | $BI_3$ |
|---|---|---|---|---|
| ద్రవాంకము C | —201° | 12° | 0° | 43° |
| క్వథనాంకము C | —101° | 18° | 90 5° | 210° |

బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ : రంగులేని వాయువు కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్‌తో బోరేట్‌లనుగాని, బోరాన్‌ట్రైఆక్సైడ్‌ను గాని కలిపి గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో వేడిచేసినచో ఈ వాయువు లభించును :



$$B_2 + 3CaF_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2BF_3 + 3CaSO_4 + 3H_2O$$

ఈ వాయువును బున్‌సెన్ జ్వాలదరికి చేర్చిన జ్వాల ఆకుపచ్చని రంగును స్వీకరించును. ఇది బోరేట్‌లను గుర్తించుటకు రాసాయనిక గుణాత్మక విశ్లేషణమందు ఉపయోగించు శోధనప్రక్రియ. మరికొంత హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో సంయోగించి సిలికన్‌ఫ్లోరైడ్‌వలె క్లిష్టయౌగికము ఏర్పడును: $BF_3 + HF \longrightarrow HBF_4$ తక్కిన హేలైడ్‌లు అంత ముఖ్యములు కావు (చూ. అల్యూమినియము వర్గము - పు. 159).
మే. వ. స.

బోస్, సర్ జగదీశచంద్ర (1858 - 1937) : ప్రసిద్ధ భారతీయ భౌతికశాస్త్రవేత్త; వృక్ష శారీరకశాస్త్రజ్ఞుడు. తొలుత కలకత్తాలోను, తరువాత కేంబ్రిడ్జిలోను విద్యనభ్యసించి, కలకత్తాయూనివర్సిటీలో 1885 - 1915 సంవత్సరముల మధ్య భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా యూనివర్సిటీయందు కావించు పరిశోధనలు కాక, స్వంతముగా పరిశోధనలు చేయుటకై బోస్ పరిశోధనాసంస్థను ఒకదానిని స్థాపించెను. ఇక్కడ ఈయన ప్రచురించిన (1917 - 1937) అన్వేషణలు, వృక్షములకు, జంతువులకును గల జీవనప్రక్రియాసాదృశ్యమును బయటపెట్టుటలో కడచినవి. ఈసందర్భమున జంతువులవలె మొక్కలుకూడ దెబ్బలు తగిలినపుడు బాధపడుననియు, ఆబాధను వణుకురూపమున అవి వెలిపుచ్చుననియు ఈయన రుజువుచేసెను.



సర్ జగదీశచంద్ర బోస్

వృక్షముల సంవేదనమును పరీక్షించుటకు 'క్రెస్కోగ్రాఫ్' అను అత్యాశ్చర్యకరమైన పరికరమును నిర్మించెను. ఈపరికరము చెట్లు పెరుగుటలో సంభవించు అత్యల్పచలనములను కోటిరెట్లు అధికీకరించి మనకు తెరపై చూపగలదు. స్వంతశోధనాగారమునందు ఈయన గావించిన పరిశోధనలు అద్వితీయమైనవి. ఏలన, జీవపదార్థముల, నిర్జీవపదార్థముల నిర్మాణములలో మౌలికముగా భేదము ఏదియు లేదని సూచించి, ఋషులచే ఉపనిషత్తుల కాలమునుండి ముక్తకంఠముగ ప్రతిపాదించబడుచుండిన

సృష్ట్యైక్యవాదమును ప్రకృతిశాస్త్ర ప్రయోగములచే సమర్థించుట, ఈపరిశోధనలయందు బోస్ యొక్క ముఖ్యఉద్దేశము. జీవపదార్థముల ప్రవృత్తియందు ప్రత్యక్షమగు చైతన్యమే నిర్జీవపదార్థములందుకూడ సూక్ష్మరూపమున పొడకట్టుచున్నదను వాదమును బలపరచు ప్రయోగములను స్థాపించుయత్నములలో ఈయన కొన్ని ధాతుచూర్ణములు రేడియోతరంగములకు ఎట్లు ప్రతికరించునో నిరూపించెను. రేడియో తరంగములను గ్రహించుటలో ఈప్రయోగమును లాజ్, బ్రాన్లీ మొదలగువారు చేసిన ప్రయోగములకన్న నిశితఫలములను ఈయగలిగినవి. అందువలన రేడియోతరంగములను గుర్తించుటకు వలయు పరికరనిర్మాణమందు బోస్ మార్గదర్శి. మే. వ. న.

**బ్రాగ్, సర్‌విలియమ్ లారెన్స్** (జననము 1890): ఇంగ్లీషు భౌతిక శాస్త్రవేత్త; విలియమ్ హెన్రీ బ్రాగ్ కుమారుడు. మొదట ఆడిలేడ్‌లో, తరువాత కేంబ్రిడ్జిలో చదువుకొని, తన తండ్రితోకూడ పరిశోధనలయందు పని చేయుచుండెను. 1915 లో తండ్రితోబాటు ఈతనికికూడ నోబెల్ బహుమతి లభ్యమైనది. 1938 లో కేంబ్రిడ్జ యూనివర్సిటీలో కేవెండిష్ ప్రయోగ భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. వం. స. నా.

**బ్రాగ్, సర్ విలియమ్ హెన్రీ** (1862 - 1942): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని: కేంబ్రిడ్జిలో గణితశాస్త్రమందు నిష్ణాతుడై ఆడిలేడ్‌నగరమందు (దక్షిణఆస్ట్రేలియా) గణితాచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1909 లో లీడ్స్ నగరమునకు మరలవచ్చి కేవెండిష్‌ఆచార్యపదవిని అధిష్ఠించెను. 1915 లో లండన్ యూనివర్సిటీలో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. 1906 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడును, 1915 లో తన కుమారుడగు సర్ విలియమ్ లారెన్స్ బ్రాగ్‌తో కూడ నోబెల్ బహుమాన ప్రతిగ్రహీత యు ఆయెను. ఈయన, ఈయన కుమారుడు ఇద్దరును X - కిరణ వర్ణమాలమాపకము అను పేరుగల ప్రయోగ ప్రధానమైన శాస్త్రమును పెంపొందించి, పరమాణురచన, స్ఫటికములలో


సర్ విలియమ్ హెన్రీ బ్రాగ్

పరమాణు కూర్పును గురించిన అనేక నూతన విషయములను బయలుపెట్టినారు. వం. స. నా.

**బ్రిజ్‌మన్, పెర్సీవిలియమ్స్** (జననము 1881): యునైటెడ్‌స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. హార్వర్డ్ యూనివర్సిటీలో చదివి, అచ్చటనే 1919 లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగను, 1926 లో గణితశాస్త్రాచార్యుడుగను పనిచేసెను. అత్యధిక ప్రేషపరిస్థితులలో వస్తుధర్మముల అనుశీలన ఈయన ప్రధానపరిశోధనావిషయమైనది. ఒక్క నీటివిషయములో తప్ప తక్కిన ద్రవములస్నిగ్ధత ప్రేషముతో బ్రహ్మాండముగా పెరుగునని ఈయన రుజువు చేసెను. 1921 లో ఒక క్రొత్తరకపు భాస్వరమును కనుగొనెను. ఇది, మామూలు భాస్వరమును 200°C వద్ద, 12000 వాతావరణ ప్రేషముక్రింద వేడిచేసిన లభ్యమగును. ఇది, నల్లగా గ్రాఫైట్‌వలె ఉండును; గాలిలో మండదు; మంచి విద్యుద్వాహకము. భౌతికశాస్త్రమునకు ప్రయోగమే ఆధారముగనుక, భౌతికసిద్ధాంతములను ప్రాయోగికదృష్టిలో నిర్వచించవలెనను వాదమును ఈయన "భౌతికశాస్త్ర నవీనతర్కము, భౌతిక సిద్ధాంత స్వభావము" అను గ్రంథములో ప్రతిపాదించెను. కె. రం.


పెర్సీవిలియమ్స్ బ్రిజ్‌మన్

**బ్రోమీన్:** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 35; సంకేతము Br; పరమాణుభారము 79.916; దీని ఉనికిని బాలార్డ్ 1826 లో కనుగొనెను. బ్రోమీన్ కూడ క్లోరీన్‌వలె ప్రకృతిలో విడిగా లభించదు. గాఢక్షారజనకములగు ధాతువులతోను, మృదుక్షారజనకములగు ధాతువులతోను సంయోగస్థితిలో సముద్ర జలమునందును, కొన్ని నీటిబుగ్గలందును కానవచ్చును. అట్లాంటిక్ సముద్రపునీటిలో 0.7% పాలస్టిన్ దేశమందలి మృతసముద్రజలమందు 9% షేహె యోఖనిజములందు 3½%-4%, మగ్నీషియమ్ బ్రోమైడ్ ద్రావణస్థితిలో ఉన్నదని శాస్త్రజ్ఞుల అంచనా. మహాసముద్రజలములలో ఘనమైలు నీటియందు 3,08,000 టన్నుల బ్రోమీన్ ఉన్నదని తెలుచున్నది.

సముద్రజలమునుండి ఉప్పును వేరుచేయగా మిగిలిన మాతృద్రవమును బ్రోమీన్ తయారుచేయుటకు విరివిగా

వాడుదురు. దీనిని 90°C వరకు కాచి క్లోరినేట్ చేయుటకై వాడెడి శిఖరమునందు జల్లువలె పైనుండి క్రిందికి పడునట్లు చేయుదురు. దానికి ఎదురుగా క్లోరిన్ విసురుగా ప్రవహించునపుడు జరిగెడి రాసాయనికచర్యవలన బ్రోమిన్ వాయురూపముగా లభించును:



$$MgBr_2 + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2 + Br_2$$

బ్రోమిన్ వాయువు గొట్టముద్వారా వెలికివచ్చును. దీనిని చల్లబరచి ద్రవముగా మార్తురు. ఇట్లు లభించిన బ్రోమిన్‌ను స్వేదనముచేసి శుద్ధపరతురు.

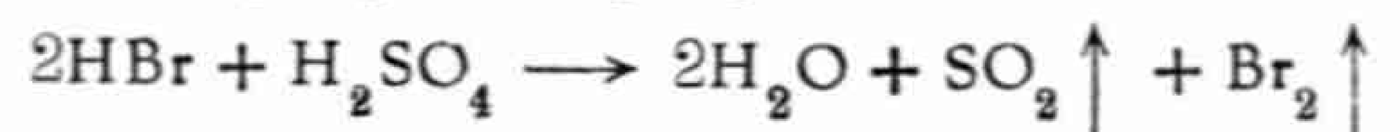
గుణములు : సామాన్యముగా బ్రోమిన్ బరువైన ఎర్రటిద్రవద్రవ్యము. మూలద్రవ్యములలో ఇదియును, పాదరసమును మాత్రమే ద్రవములు. చురుకుగా ఇది వాయుస్థితిలోనికి మారును. క్లోరిన్ వలె ఇదికూడ నీటిలో ద్రావణముఅగును. ఆ ద్రావణమును చల్లార్చినపుడు జలయుతస్ఫటికములుగా మారును. నీటిలోకంటె విరివిగా క్లోరోఫార్మ్, సారాయి, ఈతర్ మొదలగు కార్బన్‌ద్రావములలో ద్రావణమగును. రాసాయనికగుణములందిది క్లోరిన్‌ను దగ్గరగా పోలియున్నది. కాని అంతచురుకైనది మాత్రము కాదు. వేడిచేసినచో హైడ్రోజన్, బ్రోమిన్ సంయోగముచెంది హైడ్రోజన్‌బ్రోమైడ్ ఫలించును. భాస్వరముతోను, ఆర్సెనిక్‌తోను బ్రోమిన్ తీవ్రముగా సంయోగించును. బ్రోమిన్ చాలశక్తిమంతమైనఆక్సీకరణద్రవ్యము. క్షారములతోకూడిన సల్ఫైడ్‌లను సల్ఫేట్‌లుగామార్చును. కార్బన్ యౌగికములతో బ్రోమిన్ రాసాయనిక క్రియలందు పాల్గొనును ; ఎథిలీన్‌తో సంయోగించి ఎథిలీన్‌బ్రోమైడ్‌ను ఇచ్చును. బెన్జీన్‌తో బ్రోమిన్ చేర్చినపుడు రెండు యౌగికములు లభించును. పరిస్థితులను అనుసరించి కూడికవలన బెన్జీన్ హెక్సాబ్రోమైడ్ కాని, హైడ్రోజన్‌ని స్థానభ్రష్టము నొందించుటవలన హెక్సాబ్రోమోబెన్జీన్ గాని ఏర్పడును.

ఉపయోగములు : ఎథిల్‌బ్రోమైడ్‌ను తయారుచేయుటకు బ్రోమిన్ ఉపయోగించును. ఇయోసీన్ (ఎర్రసిరారంగు) మొదలైనరంగుల తయారుచేయుటలోకూడ బ్రోమిన్ అవసరము. అంతేగాక ఫోటోతీయుటకువాడెడు ఫిల్ములు, ప్లేటులు తయారుచేయుటకువలయు సిల్వర్ బ్రోమైడ్‌ను తయారుచేయుట బ్రోమిన్ లేనిచో సాధ్యముకాదు. అందువలన ఇది ఈద్రవ్యముయొక్క ముఖ్యమైన ఉపయోగమని భావింపనగును.

హైడ్రోజన్‌బ్రోమైడ్: సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో బ్రోమైడ్‌ను కలిపి హైడ్రోజన్‌బ్రోమైడ్ తయారుచేయుటకు వీలులేదు. ఇందు మొదటలభించెడి హైడ్రోజన్‌బ్రోమైడ్ ఆక్సీహరణ ద్రవ్యముఅగుటచే మిగిలిఉన్న సల్‌ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో రాసాయనికపుమార్పునంది బ్రోమిన్ విడివడును :

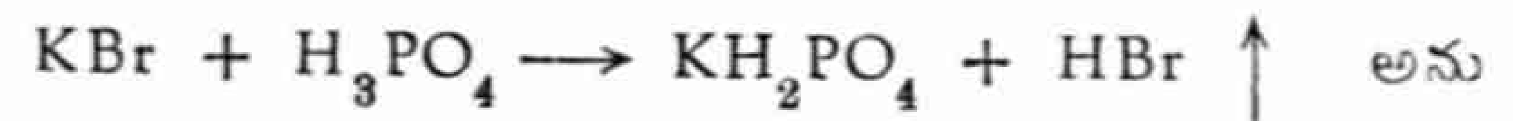


$$2KBr + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2HBr$$



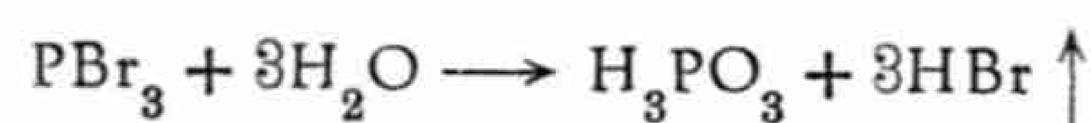
$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + SO_2\uparrow + Br_2\uparrow$$

అందువలన ప్రయోగశాలయందు దీనిని తయారుచేయుటకు వేరుమార్గము అవసరము. బ్రోమైడ్‌ను ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌తో వెచ్చజేసిన :

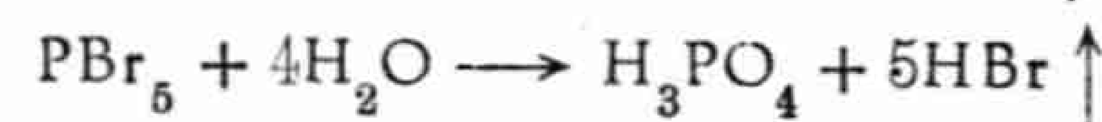


$$KBr + H_3PO_4 \longrightarrow KH_2PO_4 + HBr\uparrow$$

అను రాసాయనికచర్య నడిపిగాని, ఫాస్ఫరస్ బ్రోమైడ్‌లపై నీటిచర్యవలనగాని దీనిని పొందవలయును :



$$PBr_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HBr\uparrow$$



$$PBr_5 + 4H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 5HBr\uparrow$$

ఈ రెండవపద్ధతినే ఎక్కువగా ఉపయోగింతురు.

గుణములు : హైడ్రోజన్‌బ్రోమైడ్ చాలవరకు హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్‌ను పోలిఉండును. ఇదికూడ గాలికంటె బరువైన రంగులేనివాయువు. ఘాటైన వాసనగలది. నీటిలో విరివిగా విలీనమగును. ఈ ద్రావణము ఆమ్లస్వభావము కలది. తడిగాలిలో పొగచిమ్ముచుండును. 800°C వరకు వేడిచేసిన విచ్ఛిన్నమగును. ఆక్సీకరణము వలన దీనినుండి తేలికగా బ్రోమిన్‌ను పొందుటకు వీలగును. కార్బన్ రాసాయనిక యౌగికముల తయారుచేయుటలో దీనిని వాడుచున్నారు. అంతేకాక కృత్రిమ పెట్రోలు పరిశ్రమలలోను, ఆల్కిలేషన్ క్రియలలోను వాడుదురు.

బ్రోమైడ్‌లు : హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్ లవణములను బ్రోమైడ్‌లు అందురు. ఇవియు, క్లోరైడ్‌లును సమరూపస్ఫటికములను ఇచ్చును. క్లోరైడ్‌లకన్న ఇవి సులభముగా ఆక్సీకరణక్రియకు లోబడును. క్షారధాతుబ్రోమైడ్‌లను ఆయా క్షారములకు ఆమ్లమును కలిపిగాని, లేదా కార్బనేట్‌లతో ఈ ఆమ్లమును సంయోగింపజేయుటవలనగాని తయారుచేయవచ్చును.

పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్ తెల్లనిస్ఫటికాకృతి కలిగి ఉండును. నీళ్ళలో విరివిగా కరగును. నరముల దాహమును తగ్గించి నిద్రవచ్చునట్లు చేయును.

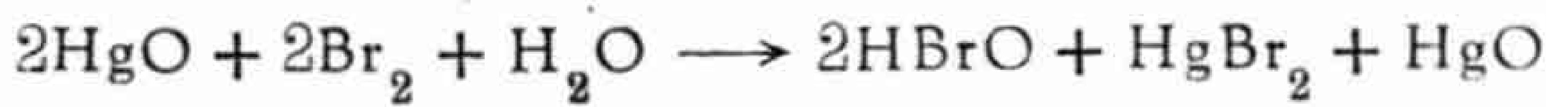
ఫోటోగ్రాఫ్‌లు తీయుటకువాడు ఫిల్ములను, ప్లేటులను తయారుచేయుటయందు సిల్వర్ బ్రోమైడ్‌ను ఉపయోగింతురు. అనేక కార్బన్‌యౌగికముల తయారుచేయుటలో అల్యూమినియముబ్రోమైడ్‌ను రాసాయనిక ప్రేరక ద్రవ్యముగా వాడుచున్నారు.

**హైపోబ్రోమస్ ఆసిడ్ ; హైపోబ్రోమైట్‌లు :** బ్రోమీన్ నీటిలో ద్రావణమైనపుడు హైపోబ్రోమస్ ఆసిడ్ ఏర్పడును:



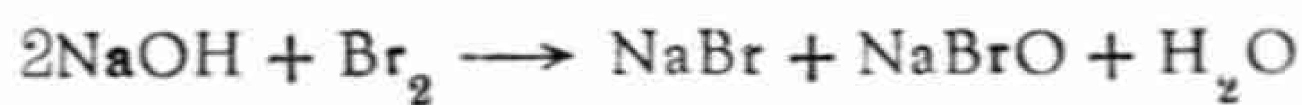
$$Br_2 + H_2O \longrightarrow HBr + HBrO$$

దీని ద్రావణమును పసుపుపచ్చని మర్క్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో కలిపి వడియకట్టిన హైపోబ్రోమస్ ఆసిడ్ లభించును. అప్పుడు జరిగెడి రాసాయనిక క్రియను క్రింద సమీకరణముచే సూచించవచ్చును :



$$2HgO + 2Br_2 + H_2O \longrightarrow 2HBrO + HgBr_2 + HgO$$

హైపోబ్రోమస్ ఆసిడ్, హైపోబ్రోమైట్‌లు కూడ ఇట్టి క్లోరీన్ యౌగికములను పోలియుండి ఆక్సీకరణమునకును, తెలుపుచేయుటకును పనికివచ్చును. హైపోబ్రోమైట్‌లను క్షారద్రావణములపై బ్రోమీన్ రాసాయనిక క్రియవలన తయారు చేయుదురు :



$$2NaOH + Br_2 \longrightarrow NaBr + NaBrO + H_2O$$

(చూ. హేలొజన్ వర్గము) సి. వి. రా.

**బ్రౌన్, కార్ల్ ఫెర్డినాండ్ (1850 - 1918) :** జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని, మార్బర్గ్, బెర్లిన్ విద్యాసంస్థలలో చదువుకొని మార్బర్గ్‌లో ఆచార్యపదవిని కొన్నాళ్ళు సాగించిన తరువాత 1895 లో స్ట్రాస్‌బర్గ్ పట్టణమునకు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఆహూతుడు అయ్యెను. కేథోడ్ కిరణములను గురించి, నిస్తంత్రీవార్తగురించి ఈయన కావించిన పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు మార్కోనీతో కూడ 1909 లో పంచబడినది. వం. స. నా.

**బ్రౌన్యన్ చలనము** : చూ. కొల్లాయిడ్‌లు-పు.297.
**బ్లీచింగ్ చూర్ణము** : చూ. క్లోరీన్ - పు. 308.

**భాభా, హోమీ జహంగీర్ :** నవభారత వైజ్ఞానికులలో ఉన్నతశ్రేణికి చెందిన సిద్ధాంత భౌతికవిజ్ఞాని. ఈయన బొంబాయి నగరమందు 1909 వ సం॥ అక్టోబరు 30 వ తేదీని జన్మించెను.

ఇతడు కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీలో ఇంజనీరింగు విద్యను అభ్యసించెను. పిమ్మట సిద్ధాంత భౌతికశాస్త్రమును కూడ చదివెను. 1932 లో ఉన్నత గణితశాస్త్రమందలి 'రౌజ్ బాల్' పర్యటన విద్యార్థివేతనము ఈయనకు ఒసంగబడినది. ఆ అవకాశమును గైకొని హోమీభాభా యూరప్ ఖండ పర్యటన గావించి, జ్యూరిక్ నగరమందు పౌలీశాస్త్రజ్ఞుని యొద్ద కొద్దికాలముండి ఉన్నతగణితమును అభ్యసించెను. ఆ తరువాత హోమీభాభా 1934లో ఇటలీదేశమందు ఫెర్మీవిజ్ఞానియొద్దను, యుట్రెట్చ్‌లో డా॥ క్రామర్స్‌యొద్దనుకూడ కొంత కాలము గణితశాస్త్ర అధ్యయనము చేసెను. 1936-37 లో ఆయన కోపెన్‌హేగన్ నగరమందు నీల్స్‌బోర్ పరిశోధనాగారమున అయిదు నెలలుండి పరమాణుపరిశోధనలు సాగించెను.



హోమీ జహంగీర్ భాభా

1934లో భాభాకు న్యూటన్ విద్యార్థివేతనము ఒసంగబడినది. దాని పరిమితి 3 సం॥లు. తరువాత 1936 లో '1851 వస్తుప్రదర్శన' సీనియర్ 'విద్యార్థివేతనము' ఆయన కైవసమైనది.

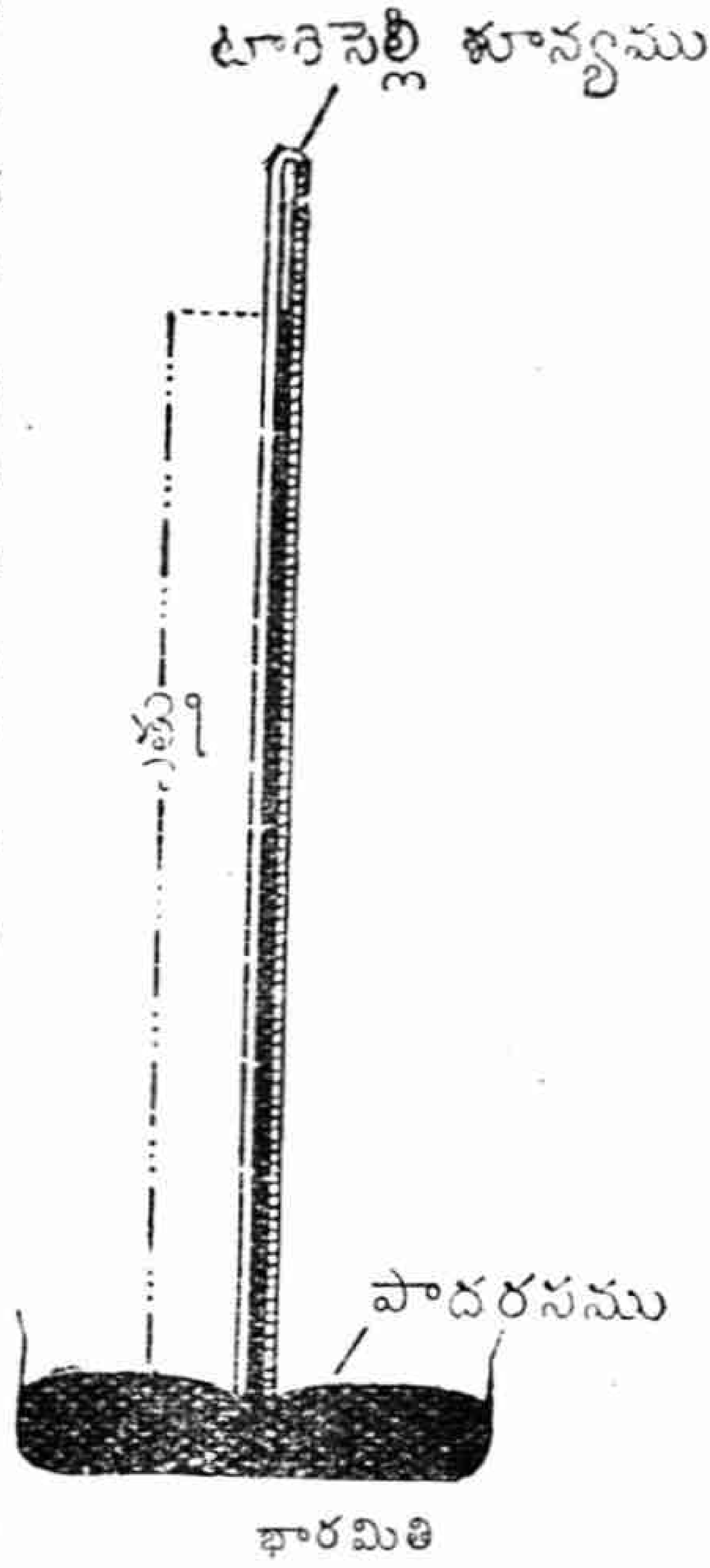
హోమీ భాభా విశ్వకిరణ, కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము, సాపేక్షతావాద రంగములలో శాస్త్రపరిశోధనలు సాగించినాడు. విశ్వకిరణములను గూర్చిన భాభా పరిశోధనలు గణనీయములైనవి. హోమీభాభా విశ్వకిరణ అన్వేషణలలో విశ్వకిరణసంపాత సంఘటనకు కారణమును ప్రతిపాదించు (1938) 'భాభా-హైట్లర్ కాస్కేడ్ సిద్ధాంతము' ముఖ్యమైనది.

1940 లో భాభా ఇండియాకు తిరిగివచ్చి బెంగుళూరులోని 'ఇండియన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ సైన్స్'లో సిద్ధాంతభౌతికశాస్త్రమందు ప్రత్యేక ఆచార్యుడుగా నియమితుడైనాడు. 1942-45 లలో ఆ విజ్ఞాన సంస్థయందలి విశ్వకిరణ పరిశోధనశాఖకూడ ఆయనకే ఒప్పగించబడినది.

హోమీభాభా బొంబాయిలోఉన్న 'టాటా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ ఫండమెంటల్ రిసెర్చ్'లో సిద్ధాంత భౌతికశాస్త్ర ఆచార్యుడుగను, డైరెక్టరుగను పదవులు అధిష్ఠించి ప్రస్తుతము బొంబాయిలోని ట్రాంబేలో భారతప్రభుత్వము స్థాపించిన 'ఆటమిక్ ఎనర్జీ ఎస్టాబ్లిష్‌మెంట్'కు డైరెక్టరుగ ఉన్నారు. 1941 లో లండన్ రాయల్ సంఘమువారు తమ సంఘసభ్యునిగ ఎన్నుకొనిరి. 1951 లో ఇండియన్ సైన్స్ కాంగ్రెస్‌కు ఆయన అధ్యక్షుడు అయెను. డా॥ భాభా, భారత రాష్ట్రపతిచే బహూకరించబడిన పద్మవిభూషణ్ బిరుదాంకితులలో ఒకడు. ఇతనికి సంగీత, చిత్రలేఖనములలోకూడ మంచి ప్రజ్ఞకలదు. అ.వెం.సు.రా.

**భారమితి :** ఫోర్టిన్ భారమితి, అద్రవభారమితి అని రెండు రకములు. వాతావరణ ప్రేషమును కొలుచుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'భారమితి' అనిపేరు.

సుమారు ఒక గజము పొడవుగలిగి, ఒకవైపు మూయబడి బలమైన శుభ్రమైనగాజుగొట్టమును ఒకదానిని పరిశుభ్రమైన పాదరసముతో పూర్తిగనింపి(గాలిబుడగలు లేకుండ) తెరచిన కొనను బొటనవ్రేలితో గట్టిగ మూసి ఒకతొట్టెయందు పాదరసమట్టము క్రిందకు వ్రేలితో మూసిన కొనను పోనిచ్చి, వ్రేలును తీసివేసినచో, గొట్టములో పాదరసము కొంతవరకు క్రిందకు దిగును. తొట్టెలోని మట్టము పైని సుమారు 30″ (76 సెం. మీ.) ఎత్తు వరకు పాదరసము గొట్టములో నిలచి ఉండును. దానిపై ఉన్న భాగము శూన్యప్రదేశము. ఈశూన్యప్రదేశము మొట్టమొదట ఇటలీ విజ్ఞాని టారిసెల్లీ గుర్తించుటచే దీనిని 'టారిసెల్లీ శూన్యప్రదేశము' అని అందురు. ఈ పాదరసస్తంభమును నిలిపినది వాతావరణప్రేషమే. కనుక, వాతావరణప్రేషమును పాదరసస్తంభపు ఎత్తులో చెప్పుదురు. ఈ పరికరమునకు సామాన్యభారమితి అనిపేరు.



భారమితి

**ఫార్టిన్‌భారమితి :** ఇది వాతావరణ ప్రేషమును నికరముగ కొలవగల ఉపకరణము ; ఎప్పటికప్పుడు ప్రేషమాపకము నిర్మించవలసిన అవసరము లేకుండచేయు పరికరము. సామాన్య ప్రేషమాపకములో వలెనే, దీనిలోకూడ తొట్టెలోని పాదరసములో కొద్దిగ మునిగిఉన్న పొడవైన గాజుగొట్టము ఒకటి ఉండును. తొట్టెపై భాగము గాజుతో చేయబడి లోనున్న పాదరస మట్టమును గుర్తించుటకు తోడ్పడును. వాతావరణప్రేషము మారునపుడు గొట్టములోని పాదరసపుమట్టము కూడ మారుచుండును. అక్కడనుండి కొలువవలసిన పాదరసస్తంభపు ఎత్తును కనుగొనుటకు వీలుగ తొట్టె అడుగుభాగము ఒక మరసహాయమున క్రిందనుండి గుర్తింపబడిన స్కేలుయొక్క ప్రారంభ అంశమును తెలుపుచు తొట్టెకప్పునకు అమర్చబడియున్న చిన్నదంతపు సూచిక ఒకటి కలదు. క్రింది మరసహాయమున తొట్టెలోని పాదరసపుమట్టము ఈ మొనకు తగులునట్లు సవరింపవలెను. ప్రేషమును నికరముగ కొలుచుటకుగాను, ప్రేషమాపకము పై భాగమున వెర్నియర్ ఒకటి అమర్చబడి ఉన్నది. మరను త్రిప్పి ఉబ్బెత్తుగఉన్న పాదరసపుభాగమును దృష్టిమార్గపుమట్టమునకు-అనగా వెర్నియర్ క్రిందిఅంచువరకు-వచ్చువరకు వెర్నియర్‌ను జరిపి వెర్నియర్ కొలతలను తీసి వాతావరణ ప్రేషమును కనుగొందురు.



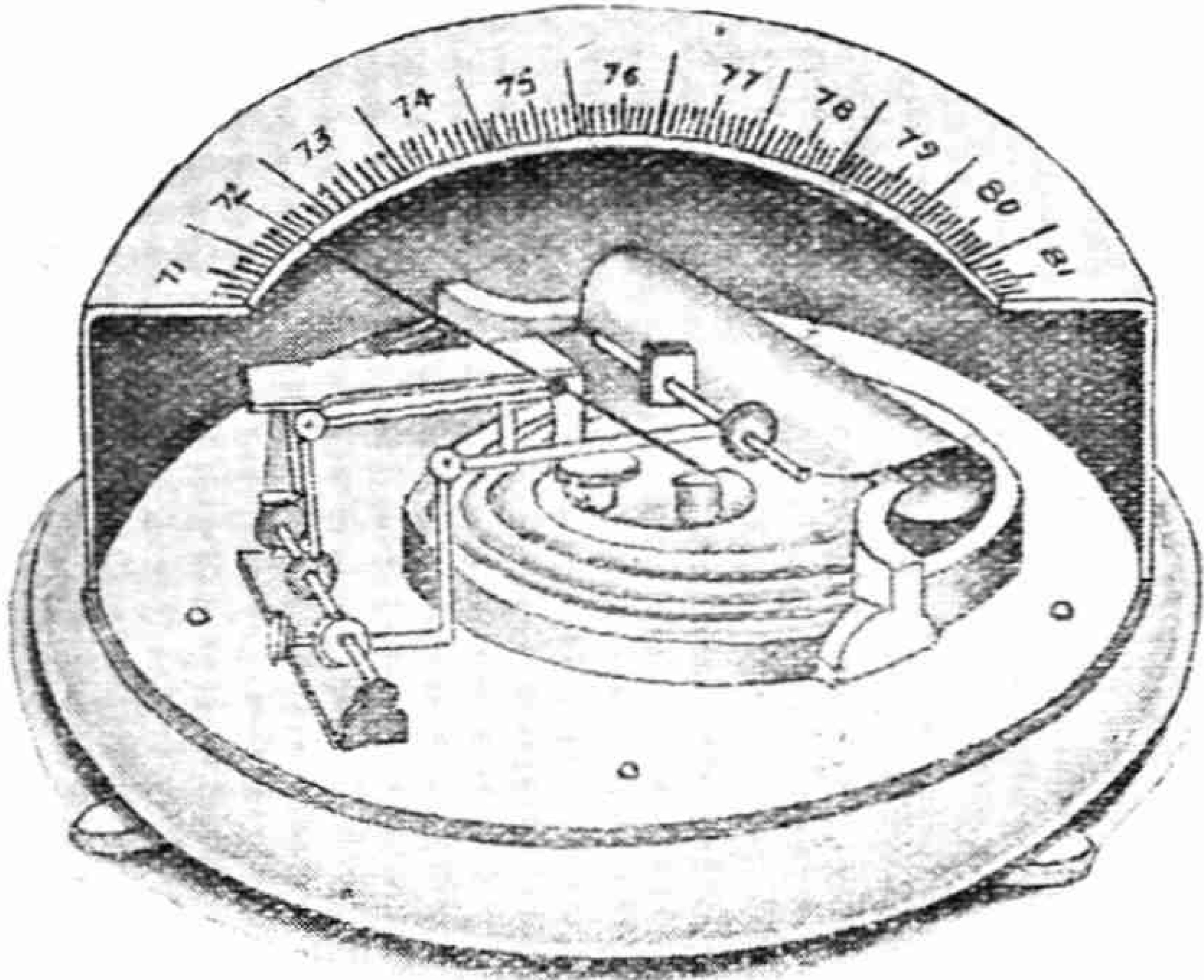
ఫార్టిన్ భారమితి

సామాన్యముగ ఇట్టిప్రేషమాపకములు కళాశాల ప్రయోగశాలలోను, వైజ్ఞానిక పరిశోధనాలయములలోను వాడుదురు.

ఈ ప్రేషమాపకము ఇటుఅటు కదల్చుటకు వీలులేనిది; ఏలన, దాని తొట్టెలోని పాదరసము తొణికి దానిఉపయోగ్యతకు భంగము తెచ్చును. అందుచేతనే, దీనిని శాశ్వతముగ ఒక గోడకు తగిల్చిఉంచి వాడుకచేయవలసినదియే.

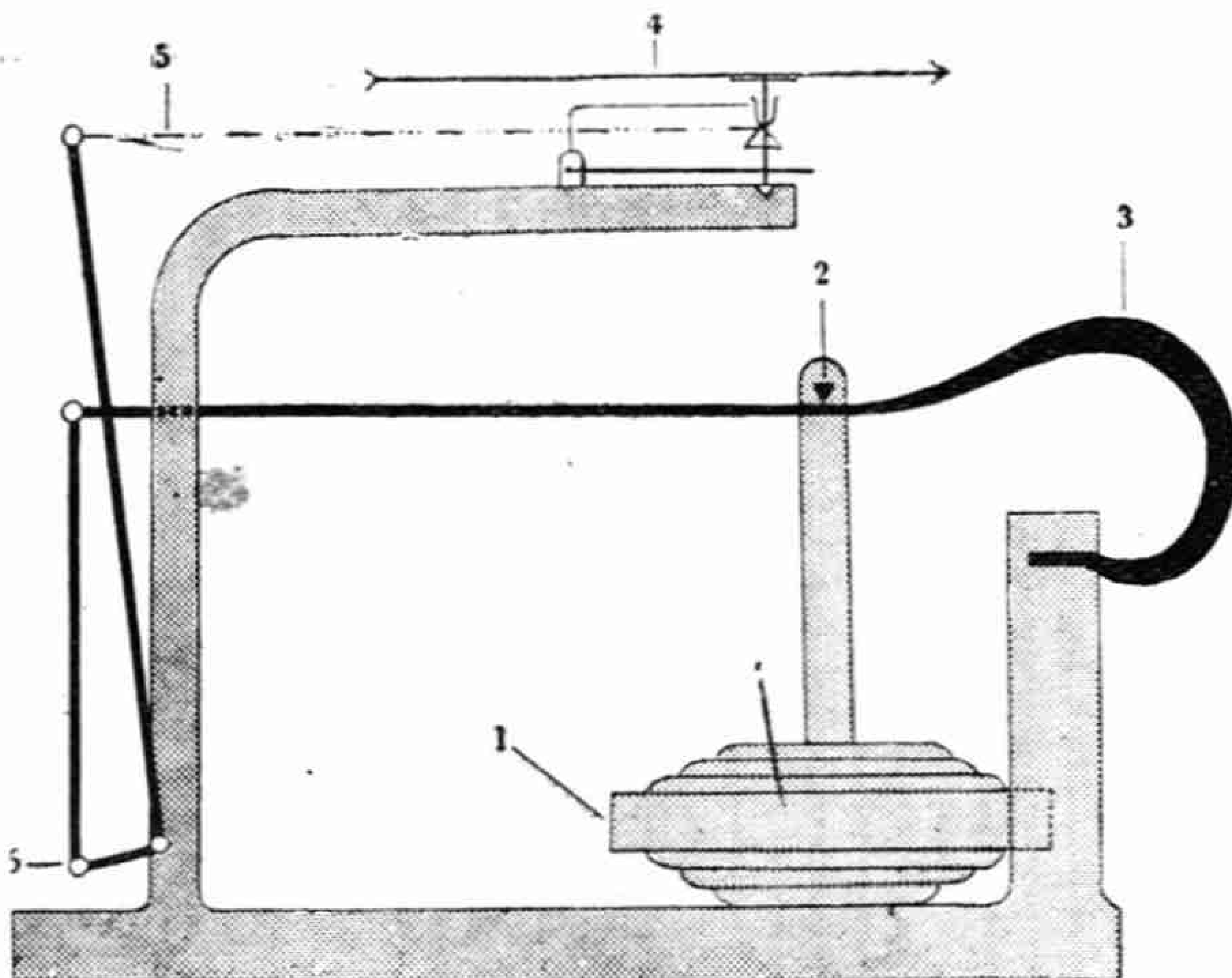
**అద్రవభారమితి :** పై ఫార్టిన్ భారమితివలెకాక, పాదరసమును వాడుకచేయకుండ,ఇటుఅటు కదల్చుటకు వీలుగఉన్న ఉపకరణము ఒకటి అద్రవభారమితి. దీనిలో ద్రవము ఏదియు ఉండదు. పలుచటి ధాతురేకుతో చేయబడిన పేటికలోని గాలి యంత్రసహాయమున తోడివేయబడి, పేటిక పై భాగమున చిన్నకడ్డీ ఒక స్ప్రింగ్ చివర అతుకబడిఉండును. ఈ స్ప్రింగ్ యొక్క చివర అనేక మీటలద్వారా చివరకు ఒక చూపుడు ముల్లుయొక్క దండమునకు పటములో చూపినట్లు కలుపబడిఉండును. చివర మీటనుండి ఒక గొలుసు ఈ చూపుడు ముల్లు దండమునకుచుట్టుకొని ఉండుట కానగును. ఆ పేటికలోని వాయువుకొంత తీసివేయబడుటచే, సహజముగ దానియందలి ప్రేషము సాధారణ వాతావరణప్రేషముకన్న తక్కువగ ఉండును. అందుచే, పేటికకప్పు లోపలికి చొచ్చుకుపోవుట కుంకించును. దీనిని నిరోధించు స్ప్రింగ్ సహాయమున సాధారణ వాతావరణములో పేటికకప్పు లోపలికి చొచ్చుకొనిపోవుట తటస్థించదు. ఈ పరిస్థితులలో

పరిసర వాతావరణ ప్రేషము సాధారణ వాతావరణ ప్రేషముకన్న ఎక్కుడగుచో పేటికకప్పు లోపలికి క్రుంగును.




అద్రవభారమితి

ఈ క్రుంగుట అనేక మీటల ద్వారా చూపుడు ముల్లును తిరుగునట్లు చేయును. ప్రేషము తగ్గినపుడు ముల్లు రెండవ




అద్రవభారమితియొక్క యాంత్రికరచన

1. వాయురిక్తపేటిక　2. కత్తి అంచు
3. ప్రధానస్ప్రింగ్　4. సూచి
5. గొలుసు　6. ఇరుసు

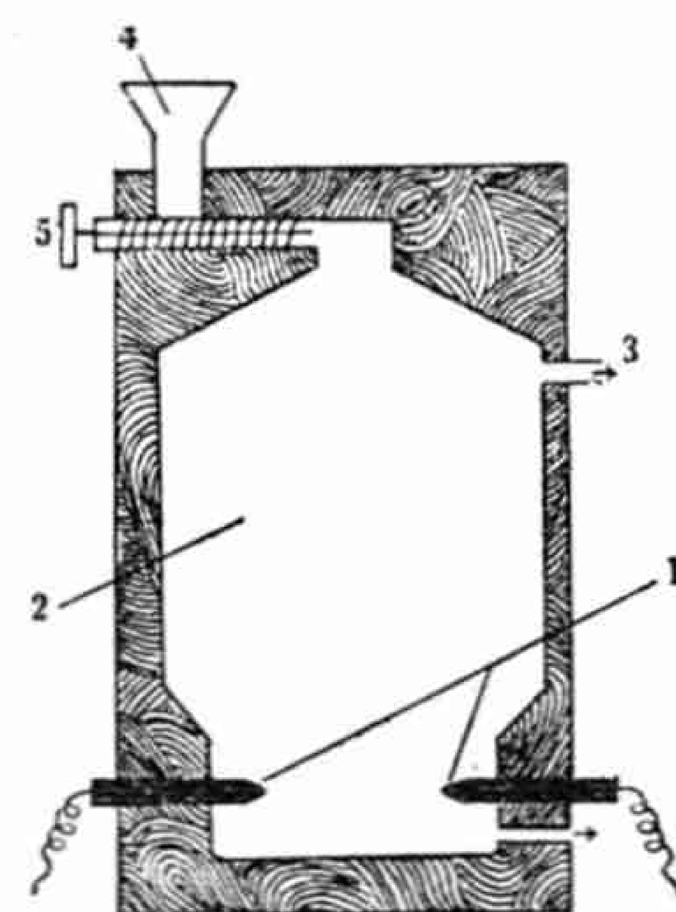
వైపు తిరిగి తక్కువ ప్రేషమును చూపును. దీనియందు కొలతలు 27″ మొదలు 32″ వరకు గుర్తింపబడి ఉండును. సామాన్యవాతావరణ ప్రేషము అనగా, 30″ మార్పు, వర్షము, తుపానువివరములు ఇందు గుర్తించబడియుండును. కాని, ఇది పాదరసపు భారమితివలె వాతావరణ ప్రేషమును నిశితముగ చూపదు.　ఏ. సీ. మూ.

**భాసనము :** చూ. కాంతి భౌతికశాస్త్రము-పు. 245.

**భాస్వరము :** దీనిని ఇంగ్లీషులో 'ఫాస్ఫరస్' అందురు. ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 15; సంకేతము P; పరమాణుభారము 30.975; అధాతువు విశిష్టగురుత్వము ఎర్రది 2.2; పసుపుది 1.8. దీని ఉనికి 1669 లో బ్రాండ్ చే కనుగొనబడెను.

ప్రాప్తి, ధాతుసాధన : భాస్వర యౌగికము అపటైట్ [$3\,Ca_2\,(PO_4)_2$, $CaCl_2$ $(F_2)$] అనుపేర ఖనిజముగ సృష్టిలో అగ్నితప్తశిలలయందు దొరకును. భాస్వరము భూమిపై ఏఅవస్థలో కనిపించినను దాని ప్రభవస్థానము ఈ శిలలే. ఈ శిలలు వాతాహతికి చూర్ణమై, అందు నీటిలోకరగు భాగమగు ఫాస్ఫేట్ లవణములు, మన్నుతో కలిసి అద్రావ్యమగు ఫాస్ఫేట్ లుగా ఏర్పడును. ఇవి ఆ మన్నులో పెరుగు వృక్షములకు ఆహారమైవృక్షశరీరమందు ప్రోటీన్ లుగా మారును. ఈ వృక్షజాతి ద్రవ్యములను తినిబ్రతుకు జంతువుల శరీరములో అస్థిభాగములుగను, దంతములుగను, ప్రోటీన్ లుగను భాస్వరము సంగ్రహించబడును. మూత్రపురీషరూపములు అగు జంతు విసర్జనముల చేతను, జంతుశరీరములు క్రుళ్ళి మన్నులో కలియుటచేతను, భాస్వరయౌగికములు మరల భూమిని చేరి ఫాస్ఫరైట్ ఖనిజము అగును. 'గ్వానో' అను పేరుగల పక్షుల పురీషోత్సర్గము. నెల్లూరు,కడప జిల్లాలలోని నల్లమలప్రాంతమున ఉన్న గుహలలో దొరకును. అచ్చట కరుబూజా పండ్లకు ఈ గ్వానో ప్రశస్తమైన ఎరువు. ఇట్లు ఖనిజములనుండి మన్నులోనికి, అందుండి వృక్ష శరీరములలోనికి, వాటినుండి జంతువులకు, జంతులనుండి మరల ఖనిజధారి యగు భూమికి భాస్వరము అనేక వ్యవస్థలలో మారుచుండును.

భాస్వరము తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ముడివస్తువు కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ [$Ca_3\,(PO_4)_2$]. కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్ చూర్ణమును బొగ్గుగుండతోను,




విద్యుత్కొలిమి

1. విద్యుచ్ఛాపాగ్రములు,
2. ఫాస్ఫేట్ + సిలికా + బొగ్గు మిశ్రము,
3. భాస్వరపు ఆవిరి పైకిపోవు గొట్టము.
4. కొలిమిలోనికి మిశ్రముతో నింపుటకు గల్లా
5. కొలిమిలోనికి మిశ్రమును తరుము స్క్రూ.

ఇసుకతోను కలిపి విద్యుత్కొలిమిలో చాల హెచ్చు

తాపక్రమమునకు వేడిచేసినచో భాస్వర మూలద్రవ్యము ఆవిరి రూపమున విడివడును. ఆ ఆవిరిని నీటిక్రింద సంగ్రహించినపుడు భాస్వరము గడ్డకట్టి మెత్తటి అధాతువుగా లభ్యమగును :



$$Ca_3(PO_4)_2 + 3\ SiO_2 \longrightarrow P_2O_5 + 3\ Ca\ SiO_3$$

తరువాత ఈ వచ్చిన ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ బొగ్గుచే విద్యుత్తాపనియందుండు అధికతాపక్రమములో ఆక్సీహరించబడి భాస్వర మూలద్రవ్యము విడివడును :



$$2\ P_2O_5 + 10\ C \longrightarrow P_4 + 10\ CO$$

గుణములు : పైని చెప్పిన విధానమున లభ్యమగు భాస్వరము తెల్లగాను, మైనమువలె మెత్తగాను, స్ఫటికాకృతిలో ఉండును. భాస్వరము పసుపు రంగుగా ఉండును అనుకొనుట భ్రాంతి మూలకము. వెలుతురుకు ఎదురుగా బెట్టినపుడు తెల్లభాస్వరము మెల్లగా ఎర్రటి రూపములోనికి మారును. అందుచే తెల్లభాస్వరపు కణికలపై ఏర్పడు పలుచటి ఎర్రభాస్వరపు పొరవలన, అవి చిన్న పసుపురంగును స్వీకరించినట్లు కనిపించును. అంతేకాని భాస్వరమునకు సహజముగా పసుపురంగు లేదు; నీటిలో కరగదు; ఈథర్ లోను, నూనెలోను కొంచెము కరగును. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ దీనికి మంచి ద్రావకము. గాలిలో ఉంచిన మండి పోవును. ఈ మండుట, గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్‌తో భాస్వరము సంయోగించుటవలన జనించిన వేడివలన తాపక్రమము క్రమముగా భాస్వరజ్వలన తాపక్రమమును చేరుటచే సంభవించుచున్నది. సూక్ష్మముగా విభక్తమైనకొలది భాస్వరపు జ్వలనశీలత ఎక్కువగుచుండును. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్‌లో భాస్వరమును కరగించి ఆ ద్రావణముతో వత్తుకాగితపు ముక్కను ఒకదానిని తడిపి గాలిలో ఆడించిన కొన్ని సెకనుల కాలములో కాగితము భగ్గున మండును.

ఈ స్వయంజ్వలన ధర్మమే కొన్నాళ్లు అగ్గిపుల్లల విరచనలో భాస్వరమును ఉపయోగించుటకు కారణమైనది. భాస్వరముతో కర్మాగారమందు పనిచేయు శ్రామికుల ఆరోగ్యము చెడుచుండుటచే మూలద్రవ్య రూపమున భాస్వరము ఇప్పుడు అగ్గిపుల్లల విరచనయందు వాడుకలో లేదు; దాని స్థానమును ప్రమాదకరము కాని ఫాస్ఫరస్‌సల్ఫైడ్ తీసికొనినది.

ఆవిరిరూపమున నిర్ణీతమగు భాస్వరపుతారతమ్య సాంద్రతనుండి భాస్వరఅణువు చతుఃపరమాణుకము ($P_4$) అని తెలిసినది. గాలిసోకకుండా 1000°C కు వేడి చేసినపుడు భాస్వరఅణువు ద్విపరమాణుకముగా బ్రద్దలగును.



$$P_4 \rightleftharpoons 2\ P_2$$

కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ వంటి ద్రావకములందు కూడ భాస్వరాణువు చతుఃపరమాణుకముగనే ఉండును.

తెల్లభాస్వరము కఠోరమగు విషము. ఆహారముతో కలిసి భాస్వరము కడుపులోనికి జొచ్చినచో జంతువు మరణించును. మృతి భాస్వరముచే కలిగినదని తెలుసుకొనుటకు, మృతజంతువు ప్రేగులఉండు ద్రవ్యమును హైడ్రోజన్ ఇచ్చుపరికరములో ఉంచిన, పైకివెడలు హైడ్రోజన్ చిన్న ఆకుపచ్చకొనగల నీలిరంగుజ్వాలతో మండును. భాస్వరమునకు మూలద్రవ్యావస్థలు అనేకములు ఉన్నవి. ప్రాయికముగా ప్రతివస్తువునకు సంబంధించు అవస్థాత్రయమే (వాయు, ద్రవ, ఘనావస్థలు) కాక, ఘనావస్థలో అవాంతరావస్థలు చాలఉన్నవి. వీటికి 'రూపాంతరములు' అనిపేరు (చూ. బహురూపత : రూపాంతరత - పు. 503).

పైని పేర్కొనిన తెల్లటి ద్రవ్యమేకాక, 'హిట్టార్ఫ రూపాంతరము' అను పేరుగల ధాతురూపాంతరము ఒకటి కలదు. తెల్లభాస్వరమును నిర్వాతప్రదేశములో ద్రవీభవించినసీసములో కరగించి చల్లార్చినచో ధాతుభాస్వరము మోనోక్లినిక్ వ్యవస్థకు చెందిన ఎర్రపసుపు స్ఫటికములుగా వెలువడును. తెల్లభాస్వరమును గాలిసోకకుండ 250° C కు వేడిచేసిన అప్పుడు ఎర్రభాస్వరము ఏర్పడును. స్వల్పాంశము అయిడీన్ ఈపరివర్తనమునకు ప్రేరకముగా ఆచరించి మార్పును వేగిరించును. చల్లారగా వచ్చిన ఊదారంగుతోకూడుకున్న ఎరుపురంగు ద్రవ్యమును కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్ ద్రావకముతో శోధించినచో పరివర్తనము చెందకుండ శేషించిన తెల్లభాస్వరము తొలగిపోవును. ఈవచ్చినచూర్ణమునందు ప్రత్యక్షముగా స్ఫటికాకారము తోచకున్నను సూక్ష్మమగు స్ఫటికకణములు ఉండును. అందుచే ఇది నిజముగా అస్ఫాటికద్రవ్యముకాదు. ఇది ఏకజాతి ద్రవ్యముకూడ కాదు. దాని ఆకారము, దాని గుణములు, దాని విరచనావిధానమునుపట్టి ఉండును. ఇది ఏద్రవద్రవ్యమునందైన కరగునదికామిచే ద్రావణావస్థలో దీని అణుపరిమాణమును నిర్ధరించుటకు వీలులేదు. ఇది హెచ్చుతాపక్రమమువద్ద, తెల్లభాస్వరముతో ప్రవేశించు సమతోలనస్థితిని పరిశీలించుటవలన ఇదికూడ తెల్ల భాస్వరమువలె చతుఃపరమాణుకమే అని తేలినది.

దీనిని నిర్వాత ప్రదేశములో బాష్పీకరించినపుడు బాష్పమునుండి తొలుత తెల్లభాస్వరము జనించును. ఇది మెల్లగా కాంతిప్రభావమున ఎర్రభాస్వరముగా మారుచునే

ఉండును. తెల్ల భాస్వరము ఎర్ర భాస్వరముగా మారుటలో ఉష్ణతాశక్తి వెలువడును కనుక, తెల్ల భాస్వరపు ఆంతరశక్తి ఎర్ర భాస్వరపు ఆంతరశక్తికన్న అధికమనియే చెప్పవలెను.

ఎర్ర భాస్వరము స్వయంజ్వలనశీలముకలదిగాని, విషము గాని కాదు. 260°C-440°C మధ్య గాలిలో మండును. తెల్ల భాస్వరమువలె గాలిలో వెలుతురును ఈయదు. కాస్టిక్ సోడా చర్య దీనిపైన ఏమియు లేదు. తెల్ల భాస్వరము కరగు ద్రావకములలో ఇది కరగదు. గాలి సంపర్కము లేకుండ ఒకవాతావరణప్రేషములో వేడిచేసినపుడు ద్రవీభవించకుండ ఆవిరిగా మారును. ప్రేషమును ఎక్కువ చేసినచో ద్రవీభవించి బాష్పముక్రింద మారును.

అతినీలలోహితకాంతిని తెల్ల భాస్వరముపై పడునట్లు చేసినచో ఉజ్జ్వలరక్తవర్ణముగల భాస్వరముగా మారును. పరివర్తనము చెందకుండ మిగిలిన తెల్ల భాస్వరమును కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావకముచే ఒత్తిగిలించిన, మిగిలిన ద్రవ్యము మిక్కిలి ప్రకాశమానమైన ఎరుపు రంగును చూపును. ఈ రూపము 130° C వద్ద జ్వలించును. ఈ రూపాంతరమే తెల్ల భాస్వరమును ఫాస్ఫరస్ ట్రైబ్రోమైడ్‌లో మరగించిన లభ్యమగును. ఫాస్ఫరస్ ట్రైబ్రోమైడ్ ద్రావకము ఈపరివర్తనలో ప్రేరకముగా ఆచరించును.

భాసురరక్త భాస్వరము, సాధారణరక్త భాస్వరము వలె నిర్విషము; కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ ద్రావకములో అద్రావ్యము. కాని ఇది కాస్టిక్ సోడాలో కరగును. మామూలు ఎర్ర భాస్వరమునకు ఈ గుణము లేదు.

భాసురరక్తభాస్వరము, సామాన్యరక్తభాస్వరము ఈ రెండిటిమధ్య గుణభేదము వాటిసూక్ష్మ విభక్తఅవస్థను పట్టి ఉండుననుటకు అవకాశముగలదు. మొదటిది రెండవదాని కన్న చురుకైనది. అందువలన అది రెండవదానికన్న సూక్ష్మతరవిభక్తస్థితిలో ఉన్నది. ఏలనద్రవ్యముల ప్రవృత్తి వాటిసూక్ష్మ విభాగమువలన హెచ్చుఅగునని కొల్లాయిడ్ ద్రవ్యానుశీలనయందు రూఢమైన భావము.

భాస్వరరూపాంతరముల పరస్పర పరివర్తనపరిస్థితులు ఇంకను పూర్ణముగా విశదముకాలేదు. కాని తెల్ల భాస్వరము అపరివర్తనీయముగా ఎర్ర భాస్వరములోనికి మారగలదను విషయము మాత్రము సుస్పష్టము. ఇట్టి మార్పునకు ఏకావర్తనము (మోనోట్రోపిజమ్) అనిపేరు (చూ. బహురూపత: రూపాంతరత). ఎర్ర భాస్వరము ముఖ్యముగా అగ్గిపుల్లల పరిశ్రమలో వినియోగమగుచున్నది. ప్రమాదములేని అగ్గిపుల్లల బుర్రలలోఉండు మిశ్రములో భాస్వరము ఏమియు ఉండదు. పొటాసియమ్ క్లోరేట్, ఆంటిమోనిసల్ఫైడ్ మిశ్రము బుర్రలోను-అగ్గిపెట్టె ప్రక్కలకు గాజుపొడి, ఎర్ర భాస్వరము, ఆంటిమోని సల్ఫైడ్‌ల మిశ్రము పూయబడిఉండును. ఎక్కడ గీసినను వెలుగు అగ్గి పుల్లల బుర్రలో ముందు తెల్ల భాస్వరము ఉండెడిది. నేడు తెల్ల భాస్వరమునకు బదులు ఎర్ర భాస్వరము, పొటాసియమ్ క్లోరేట్ కాల్సియమ్‌ప్లంబేట్ మిశ్రమును వాడుక చేయుచున్నారు.

ఇప్పుడు ఇండియాలో హెచ్చుగా వాడుకలో ఉన్నవి ప్రమాదరహితమైన అగ్గిపుల్లలపెట్టెలే. అగ్గిపెట్టె ప్రక్కను ఈ పుల్లతోగీసినపుడు, ఆ సంఘర్షణకు ప్రక్కనఉన్న మిశ్రములోని ఎర్ర భాస్వరము అణుమాత్రము తెల్లదిగా మారును. ఇది ఆసంఘర్షణపు వేడికి జ్వలించును. ఈ మంటను అగ్గిపుల్ల అందుకొనును.

భాస్వరయౌగికములు - ప్రధానజాతులు: 1. హైడ్రోజన్ యౌగికములు; 2. హేలొజన్ యౌగికములు; 3. ఆక్సిజన్ యౌగికములు.

హైడ్రోజన్ యౌగికములలో ముఖ్యమైనవి రెండు: (i) ఫాస్ఫిన్ ($PH_3$); (ii) ద్రవహైడ్రోజన్ ఫాస్ఫైడ్ ($P_2H_4$).

ఫాస్ఫిన్: ఇందు ఫాస్ఫిన్ హైడ్రోజన్‌యౌగికమగు అమోనియాతో స్వభావసాదృశ్యమునుకన్న సాంకేతిక సాదృశ్యమును ఎక్కువ చూపును. ఏలన రెండును $XH_3$ అను సాంకేతికముచే నిర్దేశింపబడతగినవే; అదిగాక రెండును వాయుద్రవములే. సాదృశ్యమంతటితో ఆగి, ఇక వ్యత్యాసము గోచరించును. అమోనియా నీటిలో కరగి క్షారగుణమును ప్రదర్శించును. ఫాస్ఫిన్ కొంచెముగా నీటిలో కరగినను దీనికి క్షారధర్మము బొత్తిగాలేదు. అమోనియా, హైడ్రోజన్, హేలైడ్‌లతో సులభముగా సంయోగించి అమోనియమ్‌లవణములను ఈయగలదు. ఫాస్ఫిన్ హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్‌తో రాసాయనికముగా సంయోగించవలెనినచో ఈమిశ్రముపై ప్రేషమును వృద్ధి చేసినగాని సంయోగము సంభవించదు. ప్రేషనిర్బంధమును తొలగించిన యౌగికము మూలఅణువుల క్రిందవిడిపోవును.

ప్రత్యేకపరిస్థితులలో అమోనియమ్ అయిడైడ్‌వంటి ఫాస్ఫోనియమ్‌అయిడైడ్ లభ్యమగును. కాని మొదటి యౌగికమంతస్థైర్యముకలది రెండవది కాదు.

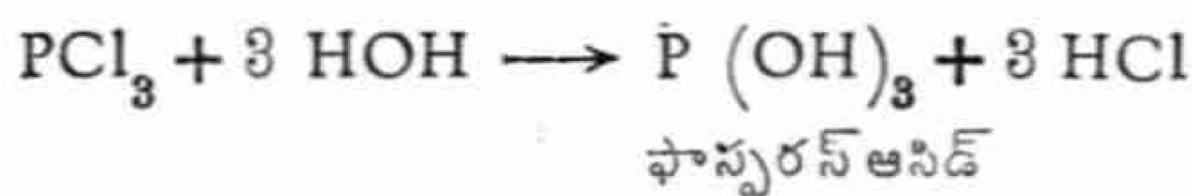
వేడిచేసినచో అమోనియాకన్న మిక్కిలిసులభముగా ఫాస్ఫిన్ మూలద్రవ్యములలోనికి విచ్ఛేదనమును పొందును.

నీటిలో ఫాస్ఫిన్‌బుడగలను గాలిలోనికి స్వేచ్ఛగా వదలిన నీటివెలుపలకువచ్చిన ప్రతిబుడగయు మండి దాని ఫలితమగు ఫాస్ఫరస్‌పెంటాక్సైడ్‌పొగ క్రమముగా పెద్దవియగు వాయువలయములరూపమున భ్రమించుచు పైకి ప్రసరించును.

హేలొజన్ యౌగికములు

| యౌగికము | సాంద్రత | ద్రవాంకము C | క్వథనాంకము C |
|---|---|---|---|
| $PF_3$ | 3.022 (వాయువు) | $-160^{\circ}$ | $-95^{\circ}$ |
| $POF_3$ | 3.68 (వాయువు) | $-68^{\circ}$ | $-40^{\circ}$ |
| $PF_5$ | 4.49 (వాయువు) | $-83^{\circ}$ | $-75^{\circ}$ |
| $PCl_3$ | 1.575 (ఘనము) | $-112^{\circ}$ | $+78^{\circ}$ |
| $POCl_3$ | 1.69 (ద్రవము) | $1-2^{\circ}$ | $107^{\circ}$ |
| $PCl_5$ | (ఘనము) | $148^{\circ}$ | — |
| $PBr_3$ | 2.85 | $41.5^{\circ}$ | $172^{\circ}$ |
| $POBr_3$ | 2.85 | $55^{\circ}$ | $195^{\circ}$ |
| $PBr_5$ | (ఘనము) | (ద్రవము) | $59^{\circ}$ (విశ్లేషించును) |
| $P_2I_4$ | (ఘనము) | $110^{\circ}$ | — |
| $PI_3$ | (ఘనము) | $61^{\circ}$ | — (ఉత్పతించును) |

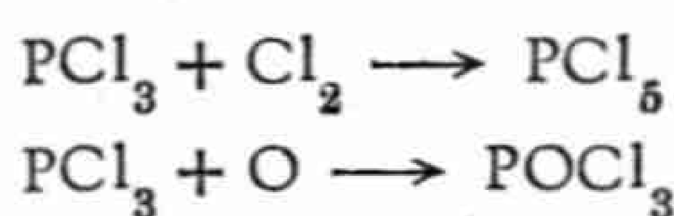
ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్ ($PCl_3$) : ఫాస్ఫరస్‌ను రిటార్ట్‌లో ఉంచి దానిపై క్లోరీన్‌ను ప్రవహింపజేసినచో ఇది ద్రవముగా లభ్యమగును. క్లోరీన్ సంపర్కమున ఈ ద్రవము కొంత ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ ($PCl_5$) గా కూడ మారుటకు అవకాశము ఉన్నది. కనుక, ఈ ప్రక్రియలో లభ్యమగు ద్రవమును ఫాస్ఫరస్‌తో అభిషవించిన పెంటాక్లోరైడ్ లేశములు ట్రైక్లోరైడ్‌గా మారి శుద్ధమగు ట్రైక్లోరైడ్ జనించును. ఇది నిర్వర్ణమగు ద్రవము. జల సంపర్కమున సులభముగా జలవిశ్లేషణమునకు వశమగును:



$$PCl_3 + 3\ HOH \longrightarrow P(OH)_3 + 3\ HCl$$

ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్

ఇందుచేతనే ఈ ద్రవము తేమగాలిలో పొగలెగయును. ఇందు భాస్వరము త్రియోజనీయమగుటచే ఇది చాల అసంతృప్త యౌగికము. ఇది రెండు క్లోరీన్ పరమాణువులనుగాని, ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువునుగాని స్వీకరించి పంచయోజనీయ యౌగికముగా మారుటకు ఉంకించును:



$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$
$$PCl_3 + O \longrightarrow POCl_3$$

ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్ క్లోరీన్‌తో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించును. కాని ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించవలెననిన ఆ ఆక్సిజన్ ఓజోన్ రూపమునగాని, పొటాసియమ్‌క్లోరేట్ రూపమునగాని ఉండవలయును.

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ ($PCl_5$): ఫాస్ఫరస్ ట్రైక్లోరైడ్, క్లోరీన్ ప్రత్యక్ష సంయోగమువల్ల ఏర్పడును:



$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$

కొంచెము పసుపురంగుగల స్ఫటికచూర్ణము. తేమగాలిలో జలవిశ్లేషణ కార్యఫలితముగా పొగను ఇచ్చును :



$$PCl_5 + 4H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 5\ HCl$$

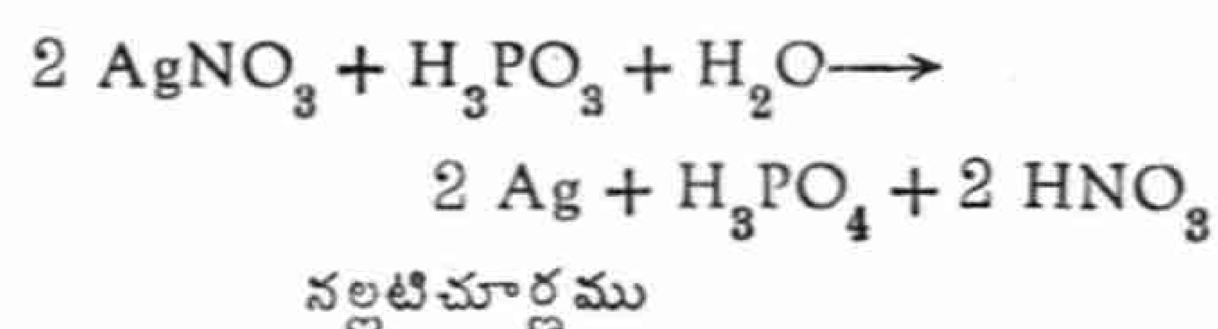
పారిశ్రామిక ఉపయోగములు వీటికిలేవు. తక్కిన హేలొజన్ ఫాస్ఫరస్ యౌగికములు అంత ముఖ్యములు కావు.

ఫాస్ఫరస్ ధాతుమిశ్రమము : ఫాస్ఫార్ బ్రాన్జ్ 10.14% తగరము 0.1%-0.3% భాస్వరముగల రాగిధాతుమిశ్రమము. సీసము, నికెల్ కూడ మిశ్రితమై ఉండుట కలదు. ఇది పోత ధాతువుగా వాడుకలో ఉన్నది. సముద్రపు నీటికి మార్పు చెందని ధాతుమిశ్రమగుటవలన సంక్షారణను, అరుగుదలను ప్రతిఘటించవలసినపుడు ఇరుసులకు, బేరింగ్‌లకు, బాయిలర్ అవయవములకు, సముద్రపునీటి సంపర్కములో ఉండు నౌకలభాగములకు మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది.

ఆక్సిజన్ యౌగికములు : ఫాస్ఫరస్ ట్రైఆక్సైడ్ ($P_2O_3$), పెంటాక్సైడ్ ($P_2O_5$) అనునవి రెండును జలముతో సంయోగించి ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్, ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను క్రమముగాను ఇచ్చును. అందువలన పై రెండు భాస్వర ఆక్సిజన్ యౌగికములు నిరుదములు అని పిలువబడుచున్నవి.

ఫాస్ఫరస్‌ట్రైఆక్సైడ్ [$(P_2O_3)_2$]: భాస్వరము పొడిగాలిలో మండునపుడు ప్రధానముగా ఏర్పడు ఆక్సిజన్ యౌగికము. తాపక్రమము హెచ్చుగా ఉన్నచో కొంత పెంటాక్సైడ్ కూడ జనించును. ఇది తెల్లటి మెత్తటి మోనోక్లినిక్ స్ఫటికము. చన్నీటితో కలసి ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ ఏర్పడును.

ఫాస్ఫరస్‌ఆసిడ్‌నందు భాస్వరము త్రియోజనీయ మూలద్రవ్యము. భాస్వరమునకు పంచయోజనీయతకూడ ఉండుటచే ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ అక్సీహరణకారిగా ఆచరించును. సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమునకు చేర్చినపుడు వెండి ధాతువు నల్లగాఉండు సూక్ష్మరూపమున వెలువడి ఫాస్ఫరస్‌ఆసిడ్, ఫాస్ఫారిక్‌ఆసిడ్‌నకు ఆక్సీకరించబడును :



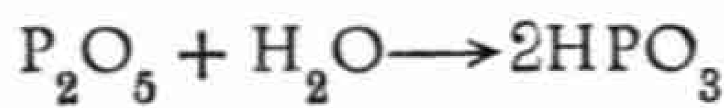
$$2\ AgNO_3 + H_3PO_3 + H_2O \longrightarrow 2\ Ag + H_3PO_4 + 2\ HNO_3$$

నల్లటిచూర్ణము

ఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్ లవణములకు ఫాస్ఫైట్‌లని పేరు. వీటి ప్రాముఖ్యము చెప్పతగినంత లేదు. కాల్సియమ్ ఫాస్ఫైట్ మాత్రము ఎరువుగా వాడుకలోనున్నది.

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ ($P_2O_5$): హెచ్చుతాపక్రమము వద్ద గాలిలో భాస్వరము జ్వలించుట వలన ఏర్పడును. మెత్తటి స్ఫటికచూర్ణము; వేడిచేసిన ద్రవీభవించకుండ 250°C వద్ద ఉత్పతితముగా పైకి ఎగురును.

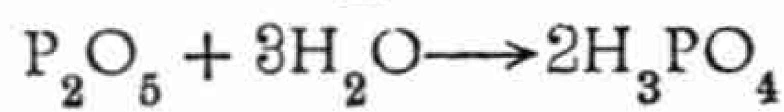
రాసాయనికునికి పనికివచ్చు ముఖ్యలక్షణము ఒకటి ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్‌కు కలదు. అది జలశోషణ సామర్థ్యత. వాయువిరచన మొదలగు అనేక రాసాయనిక కార్యములకు దీని జలశోషణ ప్రభావము ఉపయోగములో ఉన్నది. చన్నీటితో కలసి మెటాఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను ఇచ్చును :



$$P_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HPO_3$$

మెటాఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్

వేడినీటి సంపర్కమున ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ఏర్పడును:



$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

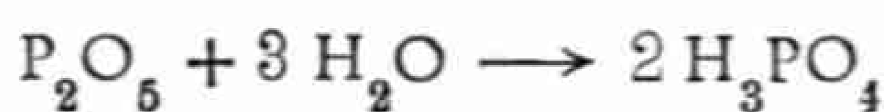
పంచయోజనీయ భాస్వరమును కలిగి ఉన్నను ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ సాధారణ పరిస్థితులలో ఆక్సీకరణద్రవ్యముగా పనిచేయదు. దీనికి కారణము యౌగికమందు భాస్వర ఆక్సిజన్‌లు అతిదృఢముగా సంబద్ధములై ఉండుటయే.

ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌లు : ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ అనేక నిష్పత్తులలో జలముతో కలియుటచే ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌లు బహుళముగా ఉన్నవి; అందు ముఖ్యమైనవి :

1. మెటాఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ $P_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HPO_3$
2. ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ $P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$
3. పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ $P_2O_5 + 2H_2O \longrightarrow H_4P_2O_7$

మెటాఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ : చన్నీటిలో ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్ లీనమైనపుడు ఏర్పడును. దీనిలవణాధారత ఒకటి; అనగా ఈ యౌగికమందు, ఏకయోజనీయధాతువులతో స్థానవినిమయమును చెందగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు అణువునకుఒకటిచొప్పున ఉన్నది. దీనిలవణములలో సోడియమ్ హెక్సామెటాఫాస్ఫేట్ నీటికాఠిన్యమును తొలగించి శుభ్రపరచుటకు వాడుకలోనున్నది.

ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ ($H_3PO_4$): ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్‌ను నీటిలోకరగించి ఆ నీటిని మరగించిన ఈ ఆమ్లము ఏర్పడును:



$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

పారిశ్రామిక ప్రయోజనములకు ఈ ఆమ్లమును ప్రకృతిలో ఖనిజముగా గాని, ఎముకలపొడిగాగాని దొరకు కాల్సియమ్‌ఫాస్ఫేట్‌పై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యచే సాధింతురు. శుద్ధమైన ఆమ్లము కావలెననిన మూలద్రవ్యమగు భాస్వరమును నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తో మరగబెట్టగా వచ్చిన ద్రావణమును 150°C వద్ద వేడిచేసినచో చిక్కగా పాకమువలె నుండి, చల్లారిన పిదప స్ఫటికావస్థలోనుండు ఆమ్లము మిగిలియుండును.

ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ త్రిపదామ్లము ($H_3PO_4$). ఇందు అణువునకు ఏకయోజనీయధాతు పరమాణువులచే స్థానభ్రంశమునుచెందు మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కలవు. అందుచే ఇది మూడు విధములగు లవణములను ఈయగలదు.

మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను వినిమయములో పాల్గొనినపుడు వచ్చు లవణములకు త్రిధాతు, లేదా నార్మల్, లేదా టెర్షియరీ ఫాస్ఫేట్ అని పేరు.

ఉదా : $Na_3PO_4$ త్రిసోడియమ్ ఫాస్ఫేట్

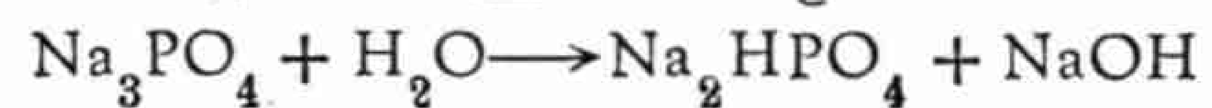
రెండే హైడ్రోజన్ పరమాణువులు బహిర్గతమైనపుడు వచ్చు లవణమునకు ద్విధాతు, లేదా సెకండరీధాతు ఫాస్ఫేట్ అని పేరు.

ఉదా : $Na_2HPO_4$

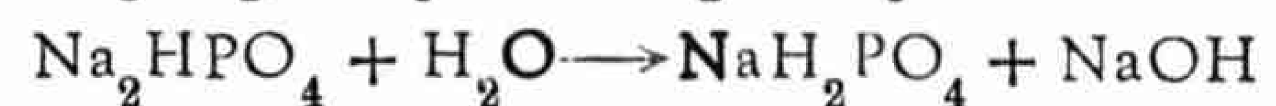
ఒకే హైడ్రోజన్ పరమాణువు పైకిపోయినప్పుడు వచ్చు లవణమునకు ఏకధాతు, లేదా ప్రైమరీ ఫాస్ఫేట్ అని పేరు.

ఉదా : $NaH_2PO_4$

టెర్షియరీ, సెకండరీ సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్‌లు ద్రావణములో జలవిశ్లేషితములై క్షారధర్మములను చూపును :

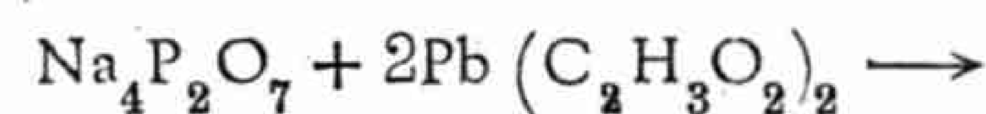


$$Na_3PO_4 + H_2O \longrightarrow Na_2HPO_4 + NaOH$$

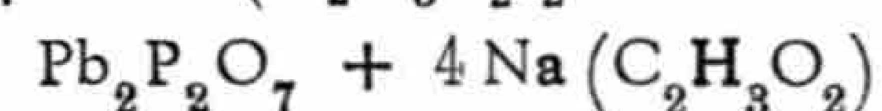


$$Na_2HPO_4 + H_2O \longrightarrow NaH_2PO_4 + NaOH$$

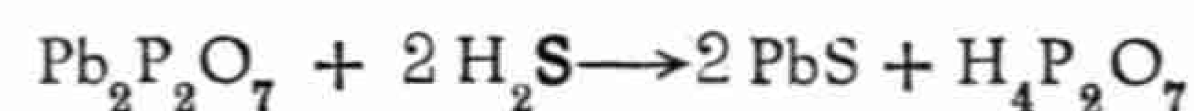
పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్($H_4P_2O_7$): ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను 210°C వద్ద ఉంచిన పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌గామారును. $2H_3PO_4 \longrightarrow H_4P_2O_7 + H_2O$ లేదా సెకండరీ ఆర్థోఫాస్ఫేట్‌ను వేడిచేసినను పొందవచ్చును. $2Na_2HPO_4 \longrightarrow Na_4P_2O_7 + H_2O$ ఈ వచ్చిన సోడియమ్ లవణముపై లెడ్ ఆసిటేట్ చర్యవలన లెడ్ లవణమును అవక్షేపమగునట్లుచేసి, శుభ్రపరచిన ఈ లవణమును నీటిలోనుంచి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌వాయువును పంపించినచో పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ లభించును :



$$Na_4P_2O_7 + 2Pb(C_2H_3O_2)_2 \longrightarrow$$



$$Pb_2P_2O_7 + 4Na(C_2H_3O_2)$$



$$Pb_2P_2O_7 + 2H_2S \longrightarrow 2PbS + H_4P_2O_7$$

పైరోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్ చతుష్పదామ్లము. కాని ఇందలి హైడ్రోజన్ పరమాణువులు జంటగానే వినిమయకార్యమున పాల్గొనును. అనగా $Na_2H_2P_2O_7$, $Na_4P_2O_7$ అను

రెండు రకముల లవణములు ఉత్పన్నములు అగును. $NaH_3P_2O_7$, $Na_3HP_2O_7$ లవణములు అసంభవములు. ఈ మార్పునకు కారణము తెలియదు.

పైని పేర్కొనిన ఆమ్లములు కాక భాస్వరమునుండి ఇంకొక ఆమ్లమును జనింపచేయవచ్చును. దానిపేరు హైపోఫాస్ఫరస్ ఆసిడ్. దీనిని ప్రత్యక్షముగా భాస్వరము నుండి ఏ విధానమునను పడయలేము. ముందు దానిద్వార ధాతు లవణమగు సోడియమ్ లేదా పొటాసియమ్ లవణము తెల్లభాస్వరమును కాస్టిక్ పొటాష్ లేదా సోడా ద్రావణముతో మరగించుటవలన లభ్యమగును (చూ. ఫాస్ఫిన్ - పు. 523). ఈ లవణమునుండి సీసలవణప్రక్రియను ఉపయోగించి శుద్ధామ్లమును సాధించవచ్చును. దీని సాంకేతికము $H_3PO_2$. దీనిలో మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కనబడుచున్నను, ధాతుపరమాణువులతో వినిమయ కార్యమందు పాల్గొనగల హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక్కటే ఉన్నది. అనగా ఇది ఏకపదామ్లము; ఇది దీని విచిత్రలక్షణము.

లవణములు: దీని లవణములు హైపోఫాస్ఫైట్లు అను పేరు గలవి. $NaH_2PO_2$ ఇందు ప్రధానమైనది.

సోడియమ్ హైపోఫాస్ఫైట్: నరములకు, శ్వాసకోశములకు బలమును ఇచ్చు ఔషధము. ఈ ఉపయోగమునకే మాంగనీస్, ఇనుము, హైపోఫాస్ఫైట్లను వాడుచున్నారు. మే. వ. న.

**భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రము:** సృష్టిలోచూడనగు ద్రవ్యముయొక్క మార్పులన్నియు భౌతికములు, రాసాయనికములు అని రెండుతెగలుగ విభజింప వచ్చునని సమీక్షలో చెప్పబడినది. భౌతికమార్పులలో వస్తువుయొక్క నైజగుణములు మారవు. రాసాయనికపు మార్పులు జరుగునప్పుడు ద్రవ్యముల నైజస్వభావములు పూర్తిగా మారి నూతనపదార్థములు ఏర్పడుననికూడ సమీక్షలో విశదమైనది.

కాని సృష్టిలో జరుగునట్టియు, ప్రయోగశాలలలో జరుపునట్టియు మార్పులలో ఇవి భౌతికములు, ఇవి రాసాయనికములు అని ఇదమిత్థముగా స్పష్టీకరించలేనిఘట్టములు అనేకములు ఉన్నవి.

ద్రవ్యములు పరమాణుసముదాయములు; పరమాణువు ద్రవ్యముయొక్క కనిష్ఠమగు అవిభాజ్యభాగము అనువాదము పాశ్చాత్యవైజ్ఞానికులు, భారతీయులుకూడ అంగీకరించిన విషయమే. విశేషించి ఈ శతాబ్దాదివరకు డాల్టన్ ప్రతిపాదించిన పరమాణునిర్వచనము పాశ్చాత్యులలో రూఢమై ఉండెను.

పరమాణు భేదనము జరిగిన తరువాత అది కూడ ప్రోటాన్లు, న్యూట్రాన్లు, ఎలక్ట్రాన్ల సముదాయమని నిరూపించినందున పరమాణువునైతము విభాజ్యద్రవ్యమే అని పాశ్చాత్యులు అంగీకరించవలసివచ్చినది.

నవీనసిద్ధాంతప్రకారము ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి అత్యల్పమనియు, దానిబరువు ప్రోటాన్ భారముకంటె 1840 రెట్లు తక్కువగుటచేత విద్యుత్ బలము ఎక్కువై శక్తికణముగ ప్రవర్తించుననియు శాస్త్రజ్ఞుల వాదము. అనగా పరమాణువులోని అల్పద్రవ్యభాగము శక్తిగా ప్రవర్తించగలదని భావము. ఇటులనే సృష్టిలో వివిధరూపముల పరిగణింపబడు శక్తులు అన్నియు - వేడి, వెలుతురు, రాపిడి, విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము (మాగ్నెటిజమ్ = సూదంటురాయిగుణము) - ద్రవ్యవినిమయమువలన ఏర్పడి శక్తిరూపముల దాల్చుననుట శాస్త్రసమ్మతము. ఇట్టి స్థితిలో అతిసూక్ష్మద్రవ్యభాగమునకు, శక్తికినిగల భేదము నామమాత్రము అనుకొనుట సమంజసము.

ద్రవ్యము పాంచభౌతికసముదాయమని పాశ్చాత్యుల యొక్కయు, భారతీయ వైజ్ఞానికులయొక్కయు ప్రాచీన సిద్ధాంతమైనను వారి ఉభయులమతములలో తేడాలు ఉన్నవి. ఉభయుల సిద్ధాంతములలోను పంచభూతములు కేవల ద్రవ్యభూయిష్టములుకాక గుణాత్మకములనియే వారు అంగీకరించిరి. కాని డాల్టన్ తరువాత పాశ్చాత్యుల పాంచభౌతికవాదము అడుగంటినది.

ప్రాచీన భారతీయ భౌతికశాస్త్రవిజ్ఞానములో న్యాయవైశేషికుల పరమాణువాదము ముఖ్యమయినది. భౌతికముగా పరమాణువు అవిభాజ్యమైనను అదికూడ పంచభూతయుతమనియే సాంఖ్యవేదాంతదర్శనాచార్యుల మతము. ప్రత్యేకించి వేదాంతులు పంచభూతములను ఐదుసూక్ష్మభూతములు, ఐదుస్థూలభూతములు అని రెండుతెగలుగ విభజించిరి. అందు ఐదుసూక్ష్మభూతములు కేవలము గుణాత్మకములైన ద్రవ్యబీజములుగా పరిగణించిరి. సూక్ష్మభూతములసంయోగమువలన స్థూలపరమాణువు ఏర్పడునని వేదాంతులవాదము. సృష్టిలో పరమాణురచన పంచీకరణమువలన కలుగును. వేదాంతపక్షమున పంచీకరణవిధానము ఇట్లు జరుగును. *

ప్రతి సూక్ష్మభూతము రెండుసమభాగములుగా విడిపోయి తరువాత అందొక సగము భాగము తిరిగి నాల్గు సమాన భాగములు అగును. అనగా ప్రతి సూక్ష్మభూతము

* శ్లో॥ ద్విధావిధాయ చైకైకం చతుర్ధా ప్రథమం పునః।
స్వ స్వేతర ద్వితీయాంశైః యోజనాత్ పంచపంచతే॥
**(వేదాంతపంచదశి - తత్త్వవివేకప్రకరణం - 27)**

నందు ఒక పెద్దభాగము, నాలుగు అష్టాంశభాగములు ఉండును :

$\frac{1}{2}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8}=1$ అని తెలియనగును.

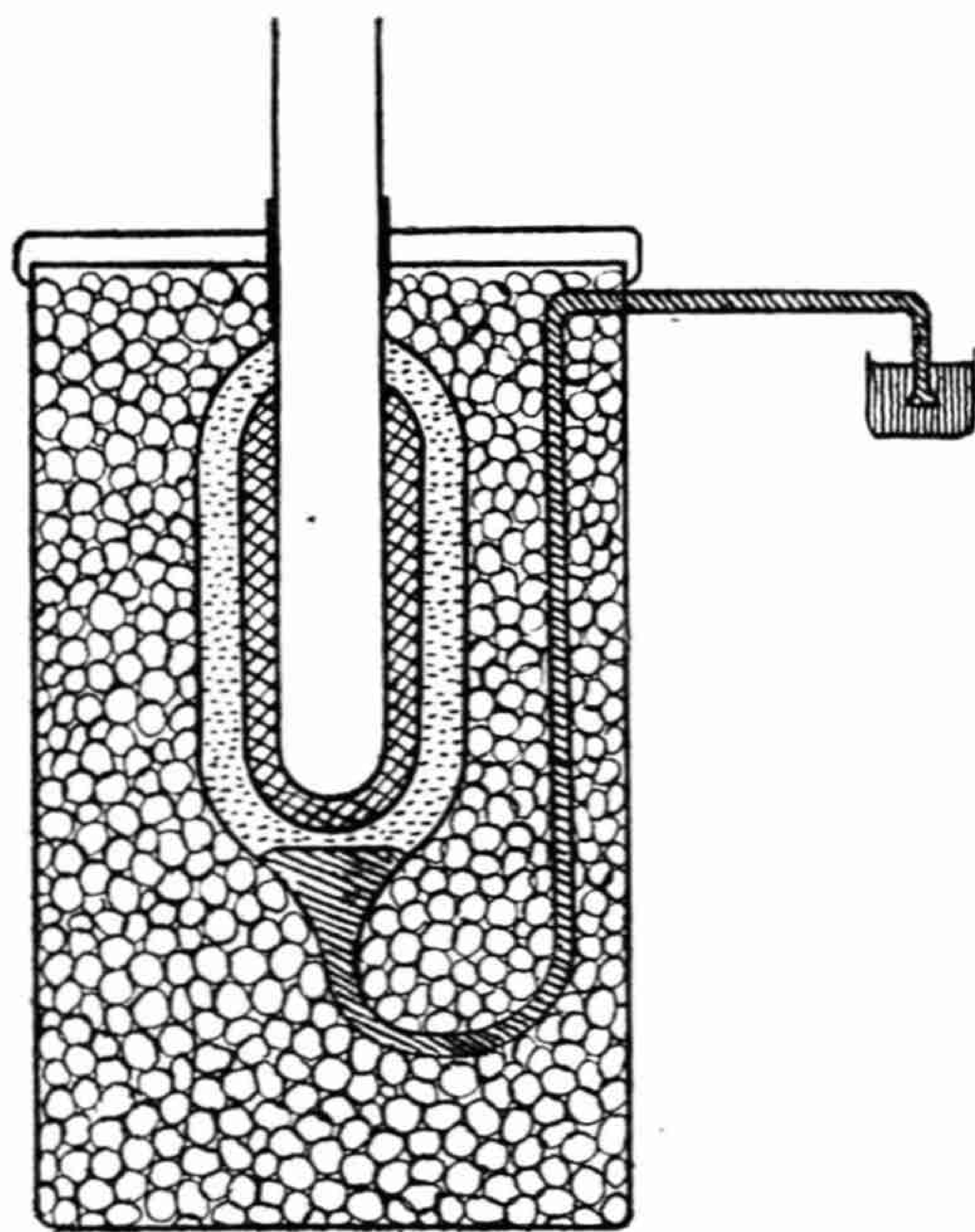
స్థూలభూతపరమాణువు ఏర్పడుటకు ఆయాప్రధాన భూతము యొక్క సగము భాగముతో మిగిలిన నాలుగు భూతముల యొక్క అష్టాంశములలో ఒక్కొక్క అష్టాంశ చొప్పున నాలుగుఅష్టాంశలతో చేరవలెను. అనగా పృథ్వీ భూతము యొక్క స్థూలపరమాణువులో సగము భాగము పృథ్వీ సూక్ష్మభూతము, తదితరభూతముల యొక్క నాల్గు అష్టాంశలు కలవని అర్థము.

కొంచెము ఇంచుమించుగా సాంఖ్యులు అంగీకరించిన ద్రవ్యతత్త్వసిద్ధాంతము వేదాంతుల పంచీకరణవిధానముతో సరిపోవును. వేదాంతుల స్థూల, సూక్ష్మ భూతములు సాంఖ్యులస్థూల, సూక్ష్మ తన్మాత్రలుగ పేర్కొనబడినవి.

పంచీకరణమునందు పృథ్వి, జలము, వాయువులే కాక కాంతి, ఆకాశముకూడ పంచభూతములలో చేరుటవలన వీటి సూక్ష్మభూతములు (సాంఖ్యుల సూక్ష్మతన్మాత్రలు) సైతము ద్రవ్యబీజాంకురములుగ భారతీయ శాస్త్రవేత్తలు గ్రహించిరి. అందుకు కారణము లేకపోలేదు. స్థూలద్రవ్య వ్యష్టిత్వనిరూపణకు ఆస్కారము, అవకాశము, రజో గుణాత్మకము 'ఆక్టివిటీ ప్రిన్సిపిల్' అయిన కాంతి భూతము పంచీకరణ విధానమునకు ముఖ్యకారణము.

భారతీయ వైజ్ఞానికుల పరమాణువాదమునకును, నవీన పరమాణుస్వరూపనిర్ణయమునకును పోలికలు కొన్ని కలవు. ఉభయులసిద్ధాంతములలో ద్రవ్యము శక్తిగను, శక్తి ద్రవ్యముగను పరస్పరపరివర్తనీయములు. శక్తి, ద్రవ్యములకు భేదము నామమాత్రమైనప్పుడు సృష్టిలో జరుగు మార్పులు కొన్ని భౌతికములనియు, మరికొన్ని రాసాయనికములు అనియు విభజించుట ఎందుకని అడుగవచ్చును. ఈవిభజన కేవలము సౌకర్యార్థము కాదు. స్థూలద్రవ్యరాశిలో జరుగు మార్పులను, పరీక్షించి వివరించుటకు అట్టి విభజన అవసరము, అనుకూలము. ఇంద్రియగోచరమగు ప్రతివస్తువు స్థూలరాశిలోనే ఉండును. ద్రవ్యముల సూక్ష్మతమాంశములు - అణువు, పరమాణువు, దానిభాగములు - ప్రత్యక్షములు కావు ; గణితశాస్త్రరీత్యా గణించుటకు వీలగును. అందుచేత ఈ ప్రకరణములో స్థూలద్రవ్యరాశులలో జరుగు మార్పులకుసంబంధించిన విషయములను వివరించుటచే దీనికి భౌతికరాసాయనికశాస్త్రము అనుపేరు వచ్చినది. (చూ. సాపేక్షతావాదము...సాతత్యత-పు. 371; స్నిగ్ధత). వి. వి. శ.

**మంచు ఉష్ణతామాపకము :** మంచు ద్రవీభవనోష్ణత 79.71 కేలోరీలని విదితమే. కనుక, మనము కొలువనున్న తాపమును తాపోగ్రతలో వ్యత్యాసములేకుండ మంచును కరగించుటకు ఉపయోగించితిమేని, కరగినమంచు భారమును దాని ద్రవీభవనోష్ణతతో గుణించిన, మనము ఉపయోగించిన తాపమును కొలువవచ్చును. ఈవిధానమును బున్‌సెన్ అను జర్మనుభౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు ఒకవస్తువు ఇచ్చు ఉష్ణతను కొలుచుటకై ఉపయోగించెను. ఈ ఉష్ణతామాపకము అతాపకపరిస్థితులలో పనిచేయును (చూ. అతాపక ప్రక్రియ - పు. 138). ఏలన, మాపకము ఎల్లప్పుడును గడ్డమంచులో పొదుగబడి ఉండుటచే దానియొక్క పరిసరములు ఎప్పుడును $0^{0}C$ తాపక్రమములోనే స్థిరముగా



మంచుఉష్ణతామాపకము

ఉండును. ఈ ఉష్ణతామాపకఉపకరణమునకు బున్‌సెన్ ఉష్ణతామాపకమని పేరు. ఈసాధన నిర్మాణము పై చిత్రమును పరీక్షించిన తెలియనగును. ప్రతిక్రియలు జరుగు నాళము, మరియొక విశాలమగు పాత్రలో అతికియున్నది. ఈపాత్ర సంపూర్ణముగా గాలి ఏమాత్రమును విలీనముకాని నీటితోను, మంచుతోను, పాదరసముతోను ఎడములేకుండ నింపబడియున్నది. ఈపాత్రఅడుగుభాగమున ⊔⊓ ఆకారముగల కేశనాళము ఒకటిఅతికియున్నది. ఈ పాత్ర అంతయు మరియొకపాత్రలోనున్న మంచుముక్కలలో మునిగి ఉన్నది. ప్రయోగనాళముచుట్టు హిమపరివేష్టనము ఉన్నది. ఉష్ణతనుగ్రహించుటవలనపరివేష్టనముగా ఆచరించుచున్న మంచులో కొంతభాగము కరగిపోవును. ఉష్ణతను కోల్పోవుటచే క్రొత్తగా కొంతమంచు తయారగును.

మంచు కరగి నీరైనపుడు దాని ఆయతనములో 9% తగ్గింపు కనపడును. ఆయతనము తగ్గినపుడు ఇది వరకు సంపూర్ణముగా పాదరసముతో నిండియున్న కేశ నాళములో కొంత ఖాళీ అగుపడును. కేశనాళము ఇది వరకే ప్రమాణాంకితమైనది కాబట్టి, ఎగసుకపోయిన పాదరసపు ఆయతనమును ఘనసెంటీమీటరులలో గుర్తించ గలము. లేదా కేశనాళముక్రింద ఉంచబడిన మూసలోని పాదరసముతో కేశనాళములోని పాదరసము కలియునట్లు చేసిన ఉపకరణములో మంచుకరగిన, ఆయతనము తగ్గుటచే మూసలోనుండి కొంతపాదరసము నాళములోనికి పోవును. లేదా, ఉపకరణములో మంచు క్రొత్తగా ఏర్పడినచో ఆయతనము హెచ్చుగుటచే కేశనాళములోని పాదరసము కొంత మూసలోనికి ప్రవేశించును. మూసను ప్రయోగమునకు ముందు వెనుకల తూచుటవలన పాదరసపురాశిలోని మార్పును గుర్తించగలము.

ఒక గ్రాము మంచు 79·67 కేలోరీల ఉష్ణతను గ్రహించి నీరుగా మారుటలో 0·0904 ఘనసెంటీమీటరుల పాదరసము ఎగపీల్చబడినది: అందుచే;

1 కేలోరీ = $0{\cdot}0904 \times 13{\cdot}596 \div 79{\cdot}67 = 0{\cdot}01542$ గ్రా. ఈ సమీకరణ సహాయమున మూసలోనున్న పాదరసపు భారములో సంభవించు మార్పును గుర్తించి ప్రయోగ నాళములో జరుగు ప్రతిక్రియ ఎంత ఉష్ణతారాశిని ఉపకరణమునకు అందజేసినదో లెక్కింపవచ్చును. మే. వ. స.

**మగ్నీషియమ్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 12; సంకేతము Mg; పరమాణుభారము 24·32; విశిష్టగురుత్వము 1·74; ద్రవాంకము 649°C; క్వథనాంకము 1107°C; దీని ఉనికిని 1808 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొనెను; భూమిపై ఎక్కువగా విస్తరించి ఉన్నధాతువులలో మగ్నీషియమ్ ఒకటి. భూపృష్ఠముపై నున్న అగ్నిశిలలో 2·09% మగ్నీషియమ్ సంయుక్తస్థితిలోఉన్నది. మాగ్నసైట్ ($MgCO_3$); డోలమైట్ ($MgCO_3$, $CaCO_3$); కీజరైట్ ($MgSO_4$, $H_2O$); కైనైట్ ($MgSO_4$, $K_2SO_4$, $MgCl_2$, 6 $H_2O$); కార్నలైట్ (KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$) అను ఖనిజముల రూపమున మగ్నీషియమ్ దొరకును. చివరమూడు ఖనిజములును స్ట్రాస్‌ఫర్ట్ పాతరలలో దొరకును. అగ్నిశిలలోకూడ ఓలివైన్ ($Mg_2SiO_4$); టాల్క్ [$Mg_3H_2(SiO_3)_4$]; ఆస్బెస్టాస్ [$CaMg_3(SiO_3)_4$] రూపములలో మగ్నీషియమ్ సిలికేట్‌లు మెండుగా ఉన్నవి. సముద్రపు నీటియందు క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్ లవణములరూపమున మగ్నీషియమ్ కలదు. ద్వితీయప్రపంచ సంగ్రామమునకు పూర్వము యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌నందు సముద్రపునీటినుండి మగ్నీషియమ్‌ధాతువును సాధించు విధానము ఒకటి నెలకొల్పబడినది. ఇంతేగాక, వృక్షముల, జంతువుల కణజాలములు అన్నిట మగ్నీషియమ్ సంయుక్తస్థితిలో ఉన్నది. ఆకులహరితవర్ణద్రవ్యము (క్లోరోఫిల్) నందు మగ్నీషియమ్ క్లిష్టయౌగిక రూపమున ఉన్నది.

ధాతుసాధన : కాల్సియమ్ ఫ్లోరైడ్ కొంచెముగా కలిపిన కార్నలైట్ ఖనిజమును (700°C) వేడిచేకరగించి విద్యుత్ విశ్లేషణమును జరిపించినచో మగ్నీషియమ్ ఋణాగ్రముపై చేరుకొనును. కార్నలైట్ ద్రవమును ఉంచిన ఇనుపమూస ఋణాగ్రముగా ఆచరించును; ధనాగ్రము కార్బన్. ధాతువు చులకన అగుటచే ద్రవముపై తేలును. ధాతువు ఆక్సీకరించకుండ ద్రవముపై రాక్షసబొగ్గు వాయువు ఉండునట్లు చేయుదురు. ధనాగ్రము వద్ద విడుదల అగు క్లోరీన్ దానికై అమర్చబడిన గొట్టము గుండా పైకి పోవును.

అమెరికన్ పద్ధతి : సముద్రపునీటిలోనున్న మగ్నీషియమ్‌ను, సముద్రపు గుల్లలనుండి తయారైన సున్నముతో మగ్నీషియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షేపముగా మార్చుదురు. ఈ అవక్షేపమును హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌లో కరగించినచో మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ తయారగును. ఈ ప్రక్రియకు ఆవశ్యకమగు హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్ సముద్రపుఉప్పు నుండి తయారుచేయుదురు. కాల్చినగుల్లనుండి లభ్యమైన సున్నమును హైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌లో కరగించినచో కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్ తయారగును. ఈ రెండు లవణములను కలిపి వేడిచే కరగించి పైనిచెప్పినట్లు విద్యుత్ విశ్లేషణ ప్రక్రియను జరిపింతురు.

ధాతుధర్మములు : ఇది చాల తేలికయైన ధాతువు. సహజముగా వెండివలె మెరయును. తేమలేని గాలిలో కగ్గదు; కాని తడిగాలిలో ధాతువుపై తెల్లటి ఆక్సైడ్ పొర ఏర్పడును. మార్కెట్టులో తీగ, పట్టీ, చూర్ణరూపములలో మగ్నీషియమ్ ధాతువు దొరకును. కాల్చినపుడు మగ్నీషియమ్ (మతాబాతీగ) గాలిలోనున్న ఆక్సిజన్‌తో కలిసి మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్‌గామారును. ఈ ప్రక్రియలో విస్తారము వేడిమి, వెలుతురు జనించును. కొంచెము మగ్నీషియమ్ నైట్రైడ్ ($Mg_3N_2$)కూడ ఆక్సైడ్‌తో కలిసి ఉండును.

రాసాయనికముగా మగ్నీషియమ్ చాల చురుకైన ధాతువు. దీని చూర్ణము వేడినీటిని విశ్లేషించి హైడ్రోజన్‌ని విడుదలచేయును. విలీన ఆక్సిజన్‌లలో ఇది సులభముగా కరగును. క్షారములతో ఇది మార్పు చెందదు; ప్రబలమైన

ఆక్సీహరణసాధనము. సిలికన్ డైఆక్సైడ్‌ను సిలికన్‌గా ఆక్సీహరించగలదు.

ఉపయోగములు : పొటాసియమ్‌క్లోరేట్ చూర్ణముతో కలిపిన మగ్నీషియమ్ చూర్ణము కాల్చినపుడు ఉజ్జ్వలమైన వెలుతురుతో మండును. ఈ మిశ్రచూర్ణమును ఫోటోగ్రఫీ యందు కాంతి సంజ్ఞలను పంపించుటకు ఉపయోగింతురు. ఎలక్ట్రాన్ (95%Mg + 5%Zn), మగ్నేలియము మొదలగు చులకటి ధాతు మిశ్రములను తయారుచేయుటకు ఈ ధాతువు మిక్కిలిగా వాడుకలోఉన్నది.

యౌగికములు : మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ లేదా మగ్నీషియా (MgO) ధాతువును గాలిలో కాల్చినపుడు ఏర్పడును. లేదా మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణమును కలిపినచో మగ్నీషియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షేపముగా లభ్యమగును. దీనిని 100°C వద్ద ఆరబెట్టి కాల్చుటవలన మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ ఏర్పడును. మగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్ (మాగ్నసైట్)ను కాల్చికూడ మగ్నీషియాను తయారుచేయుదురు. ఇది కొంచెముగా నీటిలో కరగును. ఆ ద్రావణము క్షారగుణమును చూపును.

మగ్నీషియమ్ పెరాక్సైడ్ : హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ కలిపిన కాస్టిక్‌సోడాద్రావణముతో మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునుండి మగ్నీషియమ్ పెరాక్సైడ్‌ను తయారు చేయవచ్చును. దీనిని టూత్‌పేస్ట్‌లలో వాడుక చేయుదురు.

మగ్నీషియమ్‌కార్బొనేట్‌లు : నార్మల్, బేసిక్ అని మగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్‌లు రెండు విధములు. నార్మల్ కార్బొనేట్ మాగ్నసైట్ రూపమున ఖనిజముగా దొరకును. సోడాకార్బొనేట్‌ను, మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు కలిపినచో మగ్నీషియమ్ బేసిక్‌కార్బొనేట్ $[XMgCO_3 + y\,Mg(OH)_2 + 3H_2O]$ లభ్యమగును. ఈ బేసిక్ లవణమును నీటిలో రంగరించి, ఆ నీటిలోనికి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును పంపించినచో బైకార్బొనేట్ $(MgHCO_3)$ రూపమున మగ్నీషియమ్ నీటిలో లీనమగును. నీటికి తాత్కాలిక కాఠిన్యమును కలుగజేయు ఘటకములలో ఇది ఒకటి.

మగ్నీషియమ్ ఫాస్ఫేట్ : సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ $(NaHPO_4)$ మగ్నీషియమ్ లవణముల ద్రావణములనుండి మగ్నీషియమ్ హైడ్రోజన్‌ఫాస్ఫేట్ $(MgHPO_4, 7H_2O)$ను అవక్షేపించును. సోడియమ్ ట్రైయరీ ఫాస్ఫేట్ $(Na_3PO_4)$ మగ్నీషియమ్ ట్రైయరీ ఫాస్ఫేట్ $[Mg_3(PO_4)_2]$ ను అవక్షేపించును. అమోనియమ్‌క్లోరైడ్, అమోనియాతో కలిపిన మగ్నీషియమ్ లవణముయొక్క ద్రావణమునకు సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ లవణమునుచేర్చి ద్రావణమిశ్రమును బలముగా తరచినచో స్ఫటికరూపము గల అవక్షేపము జనించును. ఈ అవక్షేపము మగ్నీషియమ్ అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్ $(MgNH_4PO_4, 6H_2O)$. మగ్నీషియమ్ అయన్‌ను గుర్తించుటకు ఇది మంచి సాధనము.

మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్ $(MgCl_2, 6H_2O)$ : పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌తో కలసి కార్నలైట్ ఖనిజరూపమున దొరకును. కార్బొనేట్‌నుగాని, ఆక్సైడ్‌నుగాని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లలో కరగించినగాని లేదా ధాతువుపై హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలనగాని దీనిని పడయవచ్చును.

మగ్నీషియమ్ నైట్రేట్ $[Mg(NO_3)_2, 6H_2O]$ : కార్బొనేట్‌నుగాని, ఆక్సైడ్‌నుగాని నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌లో విలీనము చేసినచో లభ్యమగును.

మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్ $(MgSO_4, 7H_2O)$ : రంగులేని స్ఫటికములు. దీనికి ఎప్సమ్‌లవణము అనిపేరు గలదు. ఇది కొన్ని ఊటనీళ్ళలో ద్రావణముగా లభించును. స్ట్రాస్ఫర్ట్ పాతరలలో ఇది $(MgSO_4, H_2O)$ రూపమున కీసరైట్ అనుపేర దొరకును. దీనిని మాగ్నసైట్ $(MgCO_3)$ నుండిగాని, లేదా ఓలివైన్ $[(Mg,Fe)SiO_4]$ అను ఖనిజమునుండిగాని సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ యొక్క చర్యచే తయారు చేయవచ్చును. దక్షిణ ఇండియాలో సేలంలోదొరకు మాగ్నసైట్ ఖనిజమునుండి ఈ లవణము ఇండియాలో విరివిగా తయారగుచున్నది. విరేచనకారిగా దీనిని ముఖ్యముగా ఉపయోగించుచున్నారు. ప్రేగులను ఆయాసపెట్టకుండ విరేచనమును కలిగించు సాధనము ఇది.

కార్బన్-మగ్నీషియమ్‌యౌగికములు: వీటికి గ్రిన్‌యార్డ్ యౌగికములు అనిపేరు. వీటి రాసాయనిక సంఘటనము RMgX (ఇచ్చట R = ఆల్కిల్ లేదా ఆరిల్ గణము; X = హేలొజన్) అను సాంకేతికముచే తెలియపరచవచ్చును (చూ. కార్బన్‌ధాతు యౌగికములు - పు. 262).

మగ్నీషియమ్‌ధాతువునకేకాక దాని యౌగికములకు కూడ పారిశ్రామికఉపయోగములున్నవి. మగ్నీషియమ్ ఆక్సైడ్ అద్భుతమైన తాపక్షమగుణము కలది. అందువలన ఇది కొలిమిలకు తాపుటకు ఇటుకలుగాను ఉపయోగించుచున్నది. మగ్నీషియమ్‌క్లోరైడ్‌ద్రావణముతో మగ్నీషియా చూర్ణమును కలిపినపుడు, ఆమిశ్రముకొద్ది నిమిషములలో రాతివలె గట్టిపడును. ఈముద్దలో రంపపు పొట్టు, వర్ణద్రవ్యములు కలిపి పలువిధములైన చిత్ర

వర్ణములుగల కృత్రిమమార్బిల్‌గా తయారు చేయుచున్నారు.

ఏదేని ద్రావణములోనున్న మగ్నీషియమ్ అయన్‌ను పరిమాణాత్మకముగా నిర్ణయించవలసివచ్చినపుడు దానిని అమోనియమ్‌క్లోరైడ్ కలిపిన అమోనియాద్రావణము నుండి అమోనియాఫాస్ఫేట్‌తో మగ్నీషియమ్‌అమోనియమ్‌ఫాస్ఫేట్‌గా అవక్షేపించవచ్చును. ఈఅవక్షేపమును తడిలేకుండ చేసి కాల్చినచో మగ్నీషియమ్‌పైరో ఫాస్ఫేట్ లభించును. దీనినితూచి మగ్నీషియమ్‌యొక్క రాశి నిర్ణయమును గావించవచ్చును (చూ. బెరిలియమ్ వర్గము - పు. 510). మే. వ. స.

**మద్యసారములు :** చూ. ఆల్కహాల్‌లు - పు. 190.

**మర్క్యురీ :** చూ. పాదరసము - పు. 474.

**మాంగనీస్ :** ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 25; సంకేతము Mn; పరమాణుభారము 54·94; విశిష్టగురుత్వము 7·39; ద్రవాంకము 1242°C; క్వథనాంకము 1900°C. పైరోల్యూసైట్ అను మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ($MnO_2$) రెండువేలపండ్ల క్రిందటినుంచి గాజును వివర్ణముచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నను, మాంగనీస్ ధాతువు 1774లో జోహాన్ గాట్‌లీబ్ గాన్, షేలే అనువారలచే పైరోల్యూసైట్ ఆక్సీహరణము వలన సాధించబడినది.

వ్యాప్తి, సంగ్రహణము: ముఖ్యఖనిజము పైనిపేర్కొనిన పైరోల్యూసైట్. ఇది విరివిగా ఇండియా, రష్యా మొదలగు ప్రదేశములలో దొరకును. హౌస్మనైట్, మాంగనీస్‌స్పార్, మాంగనీస్‌బ్లెండ్ మరికొన్ని ఈధాతువు యొక్క ఖనిజములు.

దీనిఆక్సైడ్‌ను, బొగ్గుతోగాని హైడ్రోజన్‌తోగాని, ఉన్నత తాపక్రమములో ఆక్సీహరణము గావించిగాని, లేదా విద్యుతీకరణముచే గాని ఈ ధాతువు వేరుచేయుటకు వీలున్నది. గోల్డ్‌స్మిట్ అల్యూమినోథెర్మీ విధానము ఈ ధాతువును సాధించుటకు చాల అనుకూలమైన పద్ధతి. వ్యాపారార్హమగు మాంగనీస్, చాలవరకు ఇనుముతో కలసిన ధాతుమిశ్రరూపములో ఉండును. దీనికి ఫెర్రో మాంగనీస్ అని పేరు.

**గుణములు, ఉపయోగములు :** కొంచెము ఎరుపుఛాయ గల ధూసరవర్ణముగల ధాతువు. గాలిలో పైపైన ఆక్సీభవించును. ఆమ్లములతో మాంగనీస్‌లవణములను, హైడ్రోజన్‌నుఇచ్చును. ఈధాతువును ఉక్కునుతయారుచేయుటలో విరివిగా వాడుకచేయుచున్నారు. రాగి (83%), నికెల్ (4%), మాంగనీస్ (13%) ధాతుమిశ్రము, మాంగనిన్ అనుపేరుతో విద్యుత్ ఉపకరణములను నిర్మించుటలో ఉపయోగపడుచున్నది. దీని విద్యుత్ నిరోధము తాపక్రమముతో మారకుండుట ఈ ఉపయోగమునకు మూలము.

**యౌగికములు :** మాంగనీస్‌కు ఇతర ధాతువులకన్న ఎక్కువఆక్సైడ్‌లు కలవు.

**మాంగనస్‌ఆక్సైడ్ :** (MnO — యోజనీయత = 2): లవణాధారఆక్సైడ్; ఆమ్లములతో చిన్న గులాబిరంగుగల మాంగనస్‌లవణములను ఇచ్చును.

**మాంగనిక్‌ఆక్సైడ్** ($Mn_2O_3$ — యోజనీయత = 3): ఇదికూడలవణాధారస్వభావముగల ఆక్సైడ్‌యేకాని దీని లవణాధారస్వభావము, మాంగనస్‌ఆక్సైడ్‌దానికన్న తక్కువ. ఆమ్లములతో, రోజాపూవు రంగుగలిగి సులభముగా జలవిశ్లేష్యములగు లవణములను ఇచ్చును.

**ట్రైమాంగనీస్‌టెట్రాక్సైడ్** ($Mn_3O_4$): దీనిని మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, మాంగనస్‌ఆక్సైడ్‌ల సమ్మేళనముగా ఎంచవచ్చును.అట్టిమిశ్రము అయిన ఆక్సైడ్‌లకు లవణము యొక్క ఆక్సైడ్‌లు సెలైన్ ఆక్సైడ్‌లు అని పేరు. ఆమ్లముల సంపర్కమున ఇది విశ్లేషించి మాంగనస్ ఆక్సైడ్ భాగము ఆమ్లముతో లవణముగా ఏర్పడి డైఆక్సైడ్ భాగము విడివడును.

**మాంగనీస్‌డైఆక్సైడ్** ($MnO_2$ — యోజనీయత = 4): ద్విగుణకమగు ఆక్సైడ్. లవణాధారములతో మాంగనైట్‌లనులవణములను ఇచ్చును. ఆమ్లములతో చతుర్యోజనీయతకల యౌగికములుగా ఏర్పడును.

**మాంగనీస్‌ట్రైఆక్సైడ్** ($MnO_3$ — యోజనీయత = 6): ఆమ్లధర్మముగల ఆక్సైడ్; లవణాధారములతో ఆకుపచ్చనిరంగుగల లవణములుగా మారును. ఈ లవణములకు మాంగనైట్‌లు అనిపేరు. ఈ లవణములు అతిత్వరగా ఆక్సీభవించు స్వభావము కలవి.

**మాంగనీస్‌హెప్టాక్సైడ్** ($Mn_2O_7$ — యోజనీయత = 7): ఆమ్లస్వభావము గల ఆక్సైడ్. లవణాధారములతో పెర్మాంగనేట్‌లు అనబడు లవణములుగా మారును. వీటి రంగు ఊదారంగు. ఈలవణములు బలవత్తరములైన ఆక్సీకరణములు.

పెర్మాంగనేట్‌లు : చూ. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ - పు. 482.

ఈలవణము ఒకబలవత్తరమైన ఆక్సీకరణసాధనము దీని ఆక్సీకరణసామర్థ్యము ఆశ్రయద్రావణముయొక్క స్థితినిబట్టి ఉండును. ఆశ్రయము ఆమ్లయుతమైనచో దీని ఆక్సీకరణసామర్థ్యము ఎక్కువ; క్షారయుతమైనచో ఆక్సీకరణసామర్థ్యము అంతకన్న తక్కువ. ఫెర్రస్ లవణము

లను, ఆక్సలేట్‌లను నిర్ధారణచేయుటలో దీని ఉపయోగము. అకర్బనరాసాయనికప్రయోగభాగమునందు దీనిని ఆక్సీకరణసాధనముగా వాడుదురు. దీని క్రిమిఘ్నగుణము కలరాజాడ్యప్రతివిధానమునకు పనికివచ్చుచున్నది. కలరా రోజులలో జలాశయములను నిరుపద్రవములుగా చేయుటకు దీనిని వాడుదురు. అదిగాక కలరారోగికి ప్రేగులలోనున్న కలరాక్రిములను చంపుటకు లోపలికికూడ దీనిని ఇత్తురు (చూ. మాంగనీస్‌వర్గము). ఎస్. బి. వి. కె. రావు.

**మాంగనీస్ వర్గము :** ఇందు మాంగనీస్, టెక్నీషియమ్, రెనియమ్ కలవు. మాంగనీస్ భూమిపై చాల విస్తృతమైఉన్నది (0·1% అగ్నిశిలలలో). రెనియమ్ చాల అరుదు (0·0000001% అగ్నిశిలలలో). టెక్నీషియమ్ ప్రకృతిలో దొరకు ద్రవ్యము కాదు. ఇది కేంద్రక పరివర్తన కార్యములందే జనించును. మొలిబ్డినమ్ ధాతువును న్యూట్రాన్‌లతో మోదినపుడు కృత్రిమముగాజనించు విచ్ఛేదన ఫలితములలో టెక్నీషియమ్ బయలుపడినది. యురేనియమ్$^{235}$ విదళనములలోకూడ ఇది లభించును. రెనియమ్ మాంగనీస్‌కన్న చాలతక్కువ ధనవిద్యుత్ ధర్మము కలది. ఉన్నతతాపక్రమములో ప్రబలఆక్సీకరణ ద్రవములచేత చతుర్యోజనీయ, సప్తయోజనీయ యౌగికములుగ ఆక్సీకరించబడును. రెనియమ్‌నకు మాంగనీస్‌తో కన్న ఇరుప్రక్కలనున్న టంగ్‌స్టన్, ప్లాటినమ్‌ధాతువులతో హెచ్చుపోలికలు ఉన్నవి. టెక్నీషియమ్ ఈ రెండిటికి మధ్యవర్తిగా ఉండును.

మాంగనీస్ యొక్క ద్వియోజనీయ యౌగికములు (ఆక్సైడ్‌లు) లవణాధారధర్మములు కలవి; సాదృశ్యము గల క్రోమియమ్$^{2}$, ఐరన్$^{2}$యౌగికములను పోలియుండును. కాని మాంగనీస్$^{2}$ యౌగికములు ఆమ్ల సంపర్కములో క్రోమియమ్$^{2}$, ఇనుము$^{2}$ల కన్న ఎక్కువ కష్టముతో ఆక్సీకరించబడును. కాని లెడ్ పెరాక్సైడ్ ($PbO_2$), సోడియమ్ బిస్మతేట్ ($NaBiO_3$) వంటి ప్రబల ఆక్సీకరణ సాధనములు మాంగనీస్$^{2}$ను మాంగనీస్$^{7}$గా కూడ ఆక్సీకరించును. క్షారపరిసరములలో మాంగనీస్$^{2}$ గాలిలో సైతము మాంగనీస్$^{3}$గా ఆక్సీకరించబడును. ఇంకను ప్రబలతరమైన ఆక్సీకరణులు మాంగనీస్$^{4}$ను ఇచ్చును.

రెనియమ్ రెండు ఆక్సైడ్‌లను $ReO_2$, $Re_2O_7$ ఇచ్చును. $MnO_2$ ఆక్సీకరణసాధనమైయుండగా దానిని పోలు $ReO_2$ ఆక్సీహరణసాధనము. విదారక స్వభావముగల $Mn_2O_7$ వలెకాక $Re_2O_7$ చాలనిలకడగల యౌగికము. దీని ఆమ్లము $HReO_4$. దీని లవణములు పెర్‌రెనేట్‌లు, పెర్మాంగనేట్‌లను పోలియుండును. కాని పెర్‌రెనేట్ అయన్ చాల బలహీనమైన ఆక్సీకరణ సాధనము.

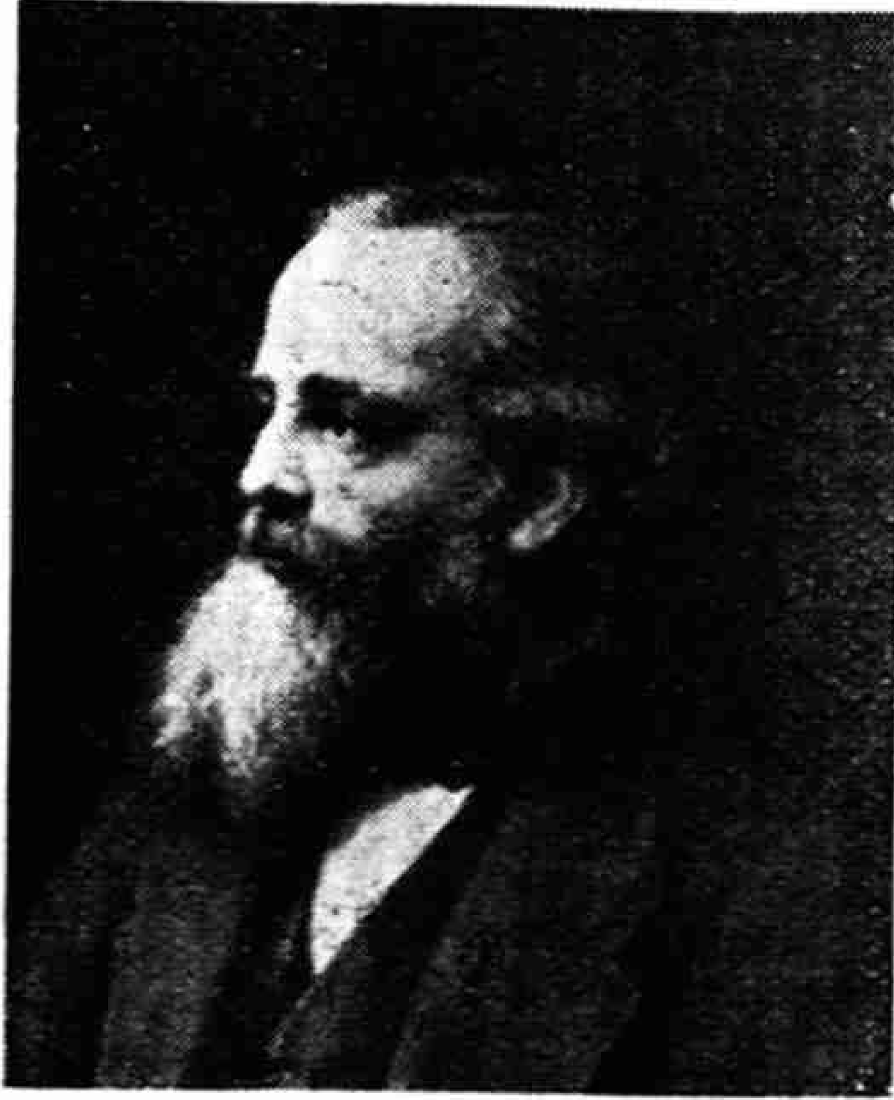
టెక్నీషియమ్‌యౌగికములు సామాన్యముగా రెనియమ్ యౌగికములను పోలిఉండును (చూ. మాంగనీస్, టెక్నీషియమ్, రెనియమ్). ఎస్. బి. వి. కె. రావు.

**మాక్మిలన్, ఎడ్విన్ మేటిసన్** (జననము 1907) : యునైటెడ్‌స్టేట్స్ భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. కాలిఫోర్నియాలోని రెడోండోబీచ్ జన్మస్థలము. కాలిఫోర్నియా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీ నుండి ఎమ్. ఎస్‌సి. డిగ్రీని, ప్రిన్స్‌టన్ నుండి పిఎచ్. డి. డిగ్రీని సంపాదించి కాలిఫోర్నియాలో ఉపాధ్యాయపదవిని గ్రహించి, అచ్చటనే 1946 లో ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. మొదటి యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యమును కనుగొనినవాడుఈతడే. ఈతడు సీబార్గ్‌తో కూడ పనిచేసి మరికొన్ని మూలద్రవ్యములను, ముఖ్యముగా ఆటంబాంబునకు ఆధారద్రవ్యమైన ప్లుటోనియమ్‌ను ఆవిష్కరించెను. ఇతనికి సీబార్గ్‌తో కూడ 1951 లో కేంద్రకరాసాయనికశాస్త్ర, భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. మే. వ. న.

**మాక్స్‌ప్లాంక్** (1858 - 1947) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. మ్యూనిక్, బెర్లిన్ నగరములలో విద్యను పూర్తిచేసి, 1889 లో బెర్లిన్‌లో ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. ఈయనచే 1900 లో ప్రతిపాదించబడిన క్వాంటంవాదము ఈయనను లోకవిఖ్యాతుని గావించినది. 1918 లో ఈయన నోబెల్ బహుమానమును గ్రహించెను. 1926 లో 'కెయ్‌జర్ - విల్‌హెల్మ్ఇన్‌స్టిట్యూట్' నందు ఆచార్యుడుగా నియమితుడై 1930 లో ఆసంస్థకు డైరక్టరు అయ్యెను. 1945 నుంచి ఈయన గాటింజన్‌లో నివసించుట ప్రారంభించెను. నాట్సీ (నాజీ) సిద్ధాంతములు ఈయనకు బొత్తిగా కిట్టకపోవుట తననివాసమును 1945 లో గాటింజన్ నగరమునకు మార్చివేసెను. అప్పటినుంచి తత్త్వశాస్త్రము వైపునకును కార్యకారణ సంబంధము వైపునకును ఈయనదృష్టి మరలినది. శక్తిశాస్త్రమందును, కాంతిశాస్త్రమందును ఈయన ఇతరులకసాధ్యమగు పరిశోధనలను కావించినను, క్వాంటం సిద్ధాంతము ఒక్కటే ఈయన కీర్తిని లోకమందు చిరస్థాయిగా ఒనరించుటకు చాలును. (చూ. క్వాంటం సిద్ధాంతము - పు. 311). వం. స. నా.

**మాక్స్‌వెల్, జేమ్స్ క్లార్క్** (1831 - 1879) : ఎడింబరోలోను, కేంబ్రిడ్జిలోనువిద్యనభ్యసించి,ఏబర్‌డీన్‌లో 1856 లోను, లండన్ కింగ్స్‌కాలేజిలో 1860 లోను భౌతికశాస్త్రాచార్యుడాయెను. 1871 లో కేంబ్రిడ్జిలో ప్రాయో

గిక భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడైన తరువాత కేవెండిష్ పరిశోధనాలయమును బాగుగ ప్రతిష్ఠించెను. కాంతిని గురించిన విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి, కాంతికి అయస్కాంతత్వమునకు, విద్యుచ్ఛక్తికి సంబంధమును కల్పించి నాటి భౌతికశాస్త్రభావములందు విప్లవమును కలుగచేసెను; ఈ సిద్ధాంత ప్రతిపాదన విద్యుత్ తరంగముల ఆవిష్కరణకు దారితీసినది. కాంతి వేగమును, తనచే ప్రతిపాదితమైన విద్యుదయస్కాంత తరంగముల వేగమును ఒక్కటే అనియును, రెండు రకముల తరంగములును తిర్యక్తరంగములనియును ఈయన నిరూపించగలిగెను. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంత ప్రతిష్ఠాపనలోనికి దిగకముందు వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతమందు, ఉష్ణతాస్వభావము విషయమై గణనీయమైన పరిశోధనలను కావించెను.



జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్వెల్

బి. పూ. రా.

**మార్కోనీ, గూయెల్మో** (1874-1937): ఇటలీ విజ్ఞాని; నిర్మాణ కుశలుడు; తండ్రి ఇటలీదేశస్థుడు - తల్లి ఐర్లండ్ దేశస్థురాలు. కొంతకాలము హెర్ట్స్‌వద్ద శిష్యుడుగా ఉండెను. నిస్తంత్రీ వార్తను ఈయన ఆవిష్కరించక పోయినను, ఈ వార్తలను దూరముగ వ్యవహార రీతిలో పంపుటకు సమర్థమైన పరికరమును నిర్మించిన వారిలో మొదటి వాడు. మాక్స్వెల్, హెర్ట్స్ మొదలయిన వారిచే స్థాపించబడిన సిద్ధాంతములను, ప్రయోగ ఫలితములను, తన స్వంత ప్రయోగ ఫలితములను ఉపయోగించి 1896 లో ఇంగ్లండులో 9 మైళ్ల దూరము వరకు రేడియోవార్తను పంపుటయందు జయమును గాంచెను. 1897 లో 'మార్కోనీ వైర్లెస్ - టెలిగ్రాఫ్ కంపెనీ' ని స్థాపించి, 1901 లో కార్న్‌వాల్ (ఇంగ్లండు) నుంచి న్యూఫౌండ్‌లాండ్ వరకు అట్లాంటిక్ సముద్రముపై రేడియో వార్తలను పంపగలిగెను. చెల్మ్‌స్‌ఫర్డ్‌లో ఈయన మొట్టమొదట రేడియోప్రసారక కేంద్రమును 1920 లో స్థాపించెను. 1909 లో మార్కోనీకి బ్రాన్‌తోకూడ నోబెల్ బహుమానము పంచి ఈయబడినది.



మార్చెస్ గూయెల్మో మార్కోనీ

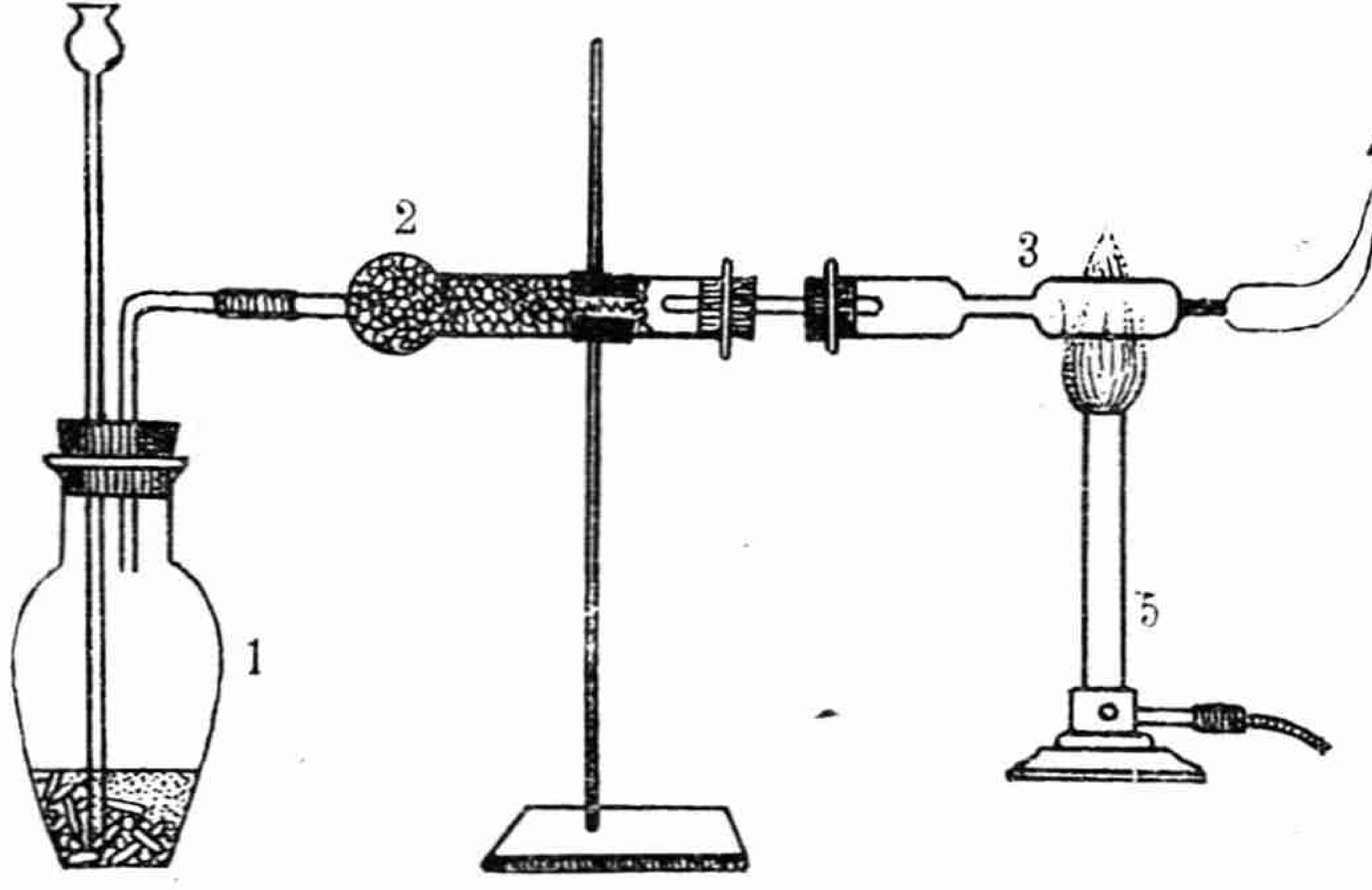
వం. స. నా.

**మార్టిన్, ఆర్చర్ జాన్ పోర్టర్** (జననము 1910): ఇంగ్లీషు జీవరాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడు. లండన్‌లో జననము. కేంబ్రిడ్జిలోని బెడ్ఫర్డ్ స్కూలులోను, పీటర్ హౌస్‌లోను విద్యను అభ్యసించి కేంబ్రిడ్జిలో కొంత పరిశోధనను జరిపించి చివరలో లీడ్స్ ఉన్ని పరిశ్రమ పరిశోధనా కేంద్రమున 1941 - 43 లో చేరి, 1946 వరకు అచ్చట పరిశోధనలు జరిపించెను. ఈతడు మిల్లింగ్‌టన్ సింజ్‌తో పాటు వర్ణగ్రహణ విశ్లేషణ (క్రోమటోగ్రఫీ) పద్ధతిపై దక్షపరిశోధనలు చేసెను. ఇందుకుగాను 1952 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయబడెను.

మే. వ. స.

**మార్ష్‌శోధన**: ఆర్సెనిక్ (ఉల్లిపాషాణము) యౌగికము ఏదియైనను జింకుసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సమ్మేళనము వంటి హైడ్రోజన్‌ను ఇచ్చు సంస్థతో సంపర్కమునకు తీసి

గానివచ్చిన పైకివెడలు హైడ్రోజన్ ఆర్సీన్ అను ఆర్సెనిక్ హైడ్రోజన్ యౌగికముతో కలిసి ఉండును. ఈ ఆర్సీన్ హైడ్రోజన్ మిశ్రమమును కాలుచున్న గాజుగోళనాళము ద్వారా పంపినచో గోళపు లోపలిగోడపై మంట తగులు చోటుకు కొంత దూరముగా నల్లటి పూత ఒకటి ఏర్పడును. ఈ పూత ఆర్సెనిక్ అధాతువు. గోళపు వేడికి ఆర్సీన్, ఆర్సెనిక్, హైడ్రోజనేల క్రింద ప్రత్యేకముగా విడిపోవును. తక్కువబాష్పశీలమగు ఆర్సెనిక్ బాష్పము గోళము పై మసి క్రింద పారును. దీనిని మార్ష్ శోధన అందురు. హైడ్రోజన్ ఆంటిమోనిల యౌగికమైన స్టిబైన్ కూడ గోళమందు నల్లటి మచ్చనే ఇచ్చును కాని బ్లీచింగ్ చూర్ణ ద్రావణముతో కడిగినచో ఆర్సెనిక్ మచ్చ తెల్లబడిపోవును ; స్టిబైన్ మచ్చ మాత్రము మారదు. ఇట్లు ఈ రెండింటిని భిన్నముగా గుర్తించవచ్చును. మే. వ. న.



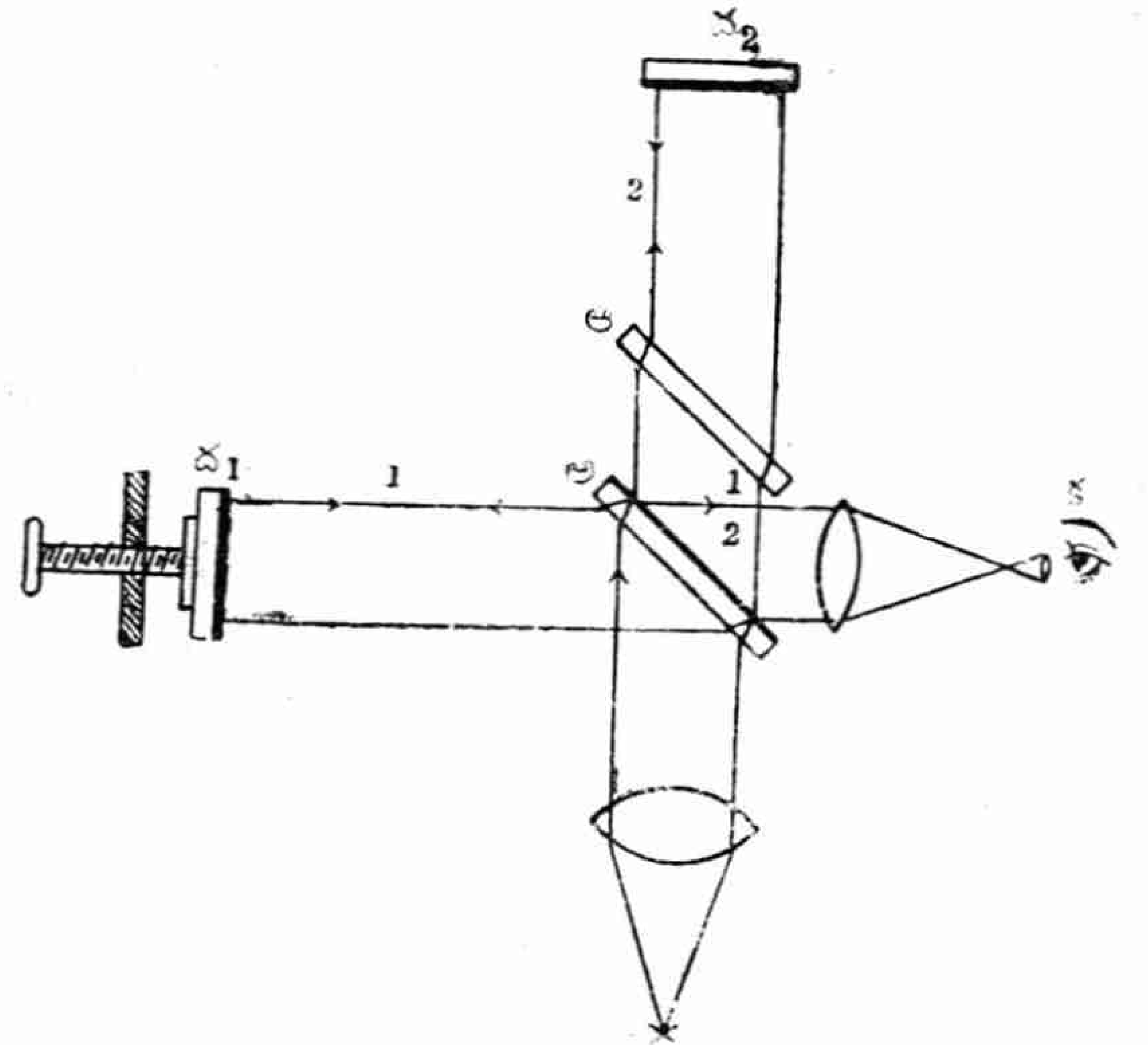
మార్ష్ శోధన.

1. హైడ్రోజన్ పరికరము; 2. నీట ఆవిరిని నిరోధించు శోషకద్రవ్యము; 3. ఆర్సెనిక్ మసిపారిన గోళకనాళము; 4. హైడ్రోజన్ జ్వాల; 5. బున్సెన్ బర్నరు.

**మిథోఘట్టనమాపకము (మైకేల్సన్)** : కాంతిమిథోఘట్టనఫలితములను ఉపయోగించి ప్రమాణముగా తీసికొనిన ఒక దైర్ఘ్యమానములో కాంతితరంగముల పొడవును కొలుచు పరికరము ఇది. మనకు తెలిసిన పొడవుగల కాంతి తరంగములను ఉపయోగించి రెండువస్తువుల మధ్యఉన్న దూరమునుకూడ నిర్ణయించుటకు ఈ పరికరమును వాడవచ్చును.

ఈపరికరములోని ముఖ్యభాగములు $ద_1$, $ద_2$ అను రెండు సమతలదర్పణములు తరువాత, చిత్రములో చూపినట్లు అమర్చబడిఉన్న 'అ, ఆ' అను రెండు గాజుఫలకములుకూడను. క్రింద × గురుతునుండి ఏకవర్ణముగల కాంతి మొదట 'అ' ఫలకముపై బడి రెండుకాంతి శలాకల క్రింద చీలును. ఈ రెండుశలాకలును $ద_1$, $ద_2$ అను దర్పణములపై బడి 'అ' ఫలకమునకు ప్రతిబింబితమై మరలివచ్చును. ఈ మరలివచ్చినకాంతి 'క' అన్న చోటఉన్న కంటిమీద పడును. రెండుదర్పణములును 'అ' నుండి ఒకే దూరములోఉన్నచో రెండుశలాకలును ఒకేదూరముగల మార్గములను పరిగమించును. మొదటి కాంతిశలాక ప్రభవస్థానమునుండి బయలుదేరి మరలతిరిగి 'అ' ను చేరుటకు కాలవిలంబనము ఎంత ఉండునో అంతేవిలంబనము రెండవ కాంతిశలాకమార్గములో 'ఆ' అను గాజుఫలకము కలుగజేయుచున్నది.

ఈ రెండు కాంతి మార్గములను సమాన దూరము లగుచో ఒకటి,రెండు శలాకలు రెండును 'క' వద్ద సమావస్థలో చేరి ఈ కాంతిశలాకలు పరస్పరము పోషించుకొని కంటి కగపడు కాంతిక్షేత్రము ప్రకాశవంతముగ ఉండును. '$ద_1$' అను దర్పణమును కాంతితరంగ దైర్ఘ్యములో నాలుగవవంతు దూరము జరిపినచో ఒకటవ కాంతిశలాక మొత్తపు మార్గము అర్ధతరంగదైర్ఘ్యము అధికమగును. ఇప్పుడు రెండుకాంతిశలాకలును కంటిని సమావస్థలో చేరకపోవుటచే



మైకేల్సన్ మిథోఘట్టనమాపకము

మిథోఘట్టనమువలన ఒకదానినిఒకటి రద్దుచేసికొని దృక్ క్షేత్రము కాంతిహీనమగును. '$ద_1$' అను దర్పణమును 'దూ' అను దూరము జరిపినపుడు 'న' చోట్ల వరుసగా చీకటిరేఖలు అగుపడినచో :

$$న \times \frac{\lambda}{2} = దూ \quad లేదా \quad \lambda = 2 \times \frac{దూ}{న}$$

ఈసమీకిరణసహాయమున మైకేల్సన్ ఉత్తేజితకాడ్మియమ్ ధాతుబాష్పమునుండి వచ్చు అరుణకాంతితరంగదైర్ఘ్యము ను నిర్ణయించెను.

$\lambda = 6438.4696$ ఆంగ్‌స్ట్రామ్‌యూనిట్ లు

$= 6438.4696 \times 10^{-8}$ సెంటీమీటరులు

మైకేల్సన్ ఈ ప్రయోగమువలన ఒకప్రమాణతరంగదైర్ఘ్యమును స్థాపించినవాడు అయ్యెను. నేడు ప్రాయోగికులందరికిని ఇతరతరంగదైర్ఘ్యములను నిర్ణయించుటకు ఇదియే ప్రమాణమానము.

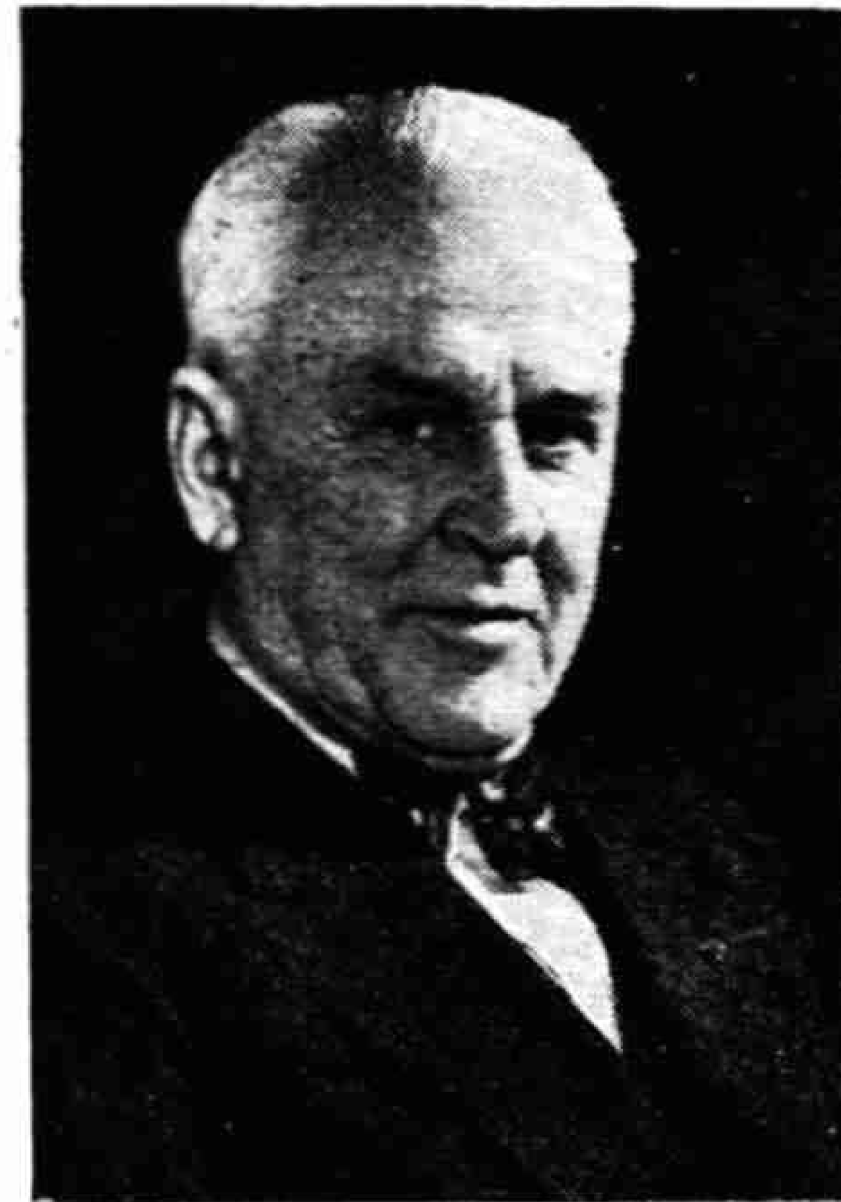
కాంతి తరంగములుగ ప్రసరించుటకు భౌతికశాస్త్రజ్ఞులచే కల్పించబడిన ఈతర్ అనుయానకము ఉన్నదా, లేదా అని నిర్ధరించుటకు మైకేల్సన్ ఈమాపకమును ఉపయోగించెను. ఈ ప్రయోగములో ఈతర్ ఉన్నట్లు రుజువు కాలేదు (చూ. ఈతర్ పు. 213). సి. రా. శా.

**మిథోఘట్టనము** (ఇంటర్ ఫిరెన్స్): రాయి విసరినప్పుడు చెరువునందు చిన్నచిన్న అలలు సమకేంద్ర వృత్తములుగ బయలుదేరుట మనము సాధారణముగా చూచుచుందుము. ఇట్లే ఒకేసారి రెండురాళ్లు విసరినప్పుడు వేర్వేరు తరంగ సముదాయములు ఏర్పడి అవి రెండును కలియును. ఈ కలయికలలో రెండు తరంగ శిఖరములు కలసిన ఒక పెద్ద తరంగముగ మారును. రెండు తరంగ పాదములు కలసినప్పుడుకూడ ఇట్లే ఏర్పడును. కాని, ఒక తరంగశిఖరము, ఒకతరంగపాదము కలసినచో అవి పరస్పరము అంత మొందించుకొని అసలు అలఏర్పడదు. ఇట్లు పరస్పరము అంతమొందించుకొనుట, లేదా బోషించుకొనుట 'మిథోఘట్టనము' మిథో అనగా పరస్పరము, ఘట్టనము అనగా డీకొనుట.

కాంతి, శబ్దము తరంగరూపములు కావున, మిథోఘట్టనము వాటియందుకూడ కాననగును. నీటిపైతలమున చమురు పడినప్పుడు పలురంగులు కనుపించును. దానికి కారణము నీటిపై ఒకపలుచని చమురుపొర ఏర్పడును. ఈ పొరపై కాంతి పడినప్పుడు పొరఅడుగున పైనుండి పరావర్తనమొందిన కిరణములు మిథోఘట్టనమునకు లోనగును.

ఒకేపౌనఃపున్యముగల రెండు స్వనద్విభుజము(ట్యూనింగ్ ఫోర్క్) లను ఒకేసారి మీటినప్పుడు రెట్టింపుబిగ్గరశబ్దము పుట్టును. కాని, ఒకదాని పౌనఃపున్యము రెండవదానిలో సగముఉన్నప్పుడు శబ్దతరంగములందు మిథోఘట్టనము కాననగును. అనగా, కొన్ని శబ్దతరంగములు పరస్పరము రద్దుచేసికొనుటయును, మరికొన్ని ఒక దానిని ఒకటి పోషించుకొని బిగ్గరమైన శబ్దము వినవచ్చుటయును జరుగును. సి. రా. శా

**మిల్లికన్, రాబర్ట్ అండ్రూస్** (1868 - 1953) యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. ఓబర్లిన్ కాలేజి (ఓహియో లో చదువుప్రారంభించి, అక్కడనే కొన్నాళ్లుఉపాధ్యాయుడుగా పనిచేసెను తరువాత కొలంబియా, బెర్లిన్, గాటింజన్ విద్యాసంస్థలలో కూడ పనిచేసి, 1910 లో చికాగోలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించి 1921 లో ఆ పదవియందే కాలిఫోర్నియా ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ టెక్నాలజీలో నియమింప బడెను



రాబర్ట్ అండ్రూస్ మిల్లికన్

ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశనిర్ధారణకై ఈయనకు 1923 లో నోబెల్ బహుమానము ఒసంగబడెను. X - కిరణములు, విశ్వకిరణములు, ప్లాంక్‌స్థిరాంకముయొక్క మూల్యనిర్ధారణ, అతినీలలోహితవర్ణమాల, ఈవిషయములపై గణనీయమైన పరిశోధనలను కావించెను. జి. సు. రె

**మీసాన్ :** చూ. పరమాణు విజ్ఞానము - పు. 463.

**ముడి ఖనిజములు - ధాతుసాధన :** ఒక స్థిరమగు రాసాయనిక సంఘట్టనము, విశిష్ట భౌతిక ధర్మములు గలిగి ప్రకృతిలో సంభవించు ఏకజాతీయ పదార్థమునకు ఖనిజము (మినరల్) అని పేరు. నేల బొగ్గువంటి కొన్ని కార్బన్ ద్రవ్యములు భూమిలో గనులలో దొరకినను వాటిని ఖనిజములుగా పరిగణించుట సంప్రదాయము కాదు శిలలలో సాధారణముగా వివిధధాతుఖనిజములు కలసి ఉండును. అందుచే అన్నిఖనిజములునుండి ధాతువులను విడదీయుట లాభకరము కాదు. ఇటువంటి విజాతీయ ఖనిజ సముదాయమునకు ముడిఖనిజము లేదా ఖనిజమిశ్రము (ఓర్) అని పేరు. ఇట్టి ముడిఖనిజముల నుండి ధాతువులను సాధించుటయందు ఆయాధాతువులు అధికముగాఉన్న భాగములే ఉపయోగపడును.

ధాతుయౌగికములలో కొన్ని మాత్రమే ఖనిజరూపమున దొరకును. ఇవి ముఖ్యముగా నీటిలో కరగని ఆక్సైడ్‌గాగాని, సల్ఫైడ్‌గాగాని, సిలికేట్‌లుగాగాని ఉండును. ముఖ్యమైన ధాతుఖనిజములు సల్ఫైడ్‌లు

...కప్పుడు ధాతువు విడిగా, అనగా అసంయుక్తస్థితిలో దొరకవచ్చును. లేదా ఆధాతువులే హేలొజన్ మూల ద్రవ్యముతో సంయోగించి, ఫ్లోరైడ్లుగాగాని, క్లోరైడ్లుగాగాని, బ్రోమైడ్లుగాగాని, అయిడైడ్లుగాగాని దొరకవచ్చును.

| ఖనిజస్వభావము | ధాతువు |
|---|---|
| విడిగాదొరకునవి | బంగారము, వెండి<br>రాగి, ప్లాటినమ్ |
| ఆక్సైడ్లు | ఇనుము, మాంగనీస్<br>తగరము, జింకు, రాగి<br>అల్యూమినియము |
| కార్బొనేట్లు<br>సల్ఫేట్లు | ఇనుము, సీసము<br>జింకు, రాగి, మగ్నీషియమ్<br>కాల్సియమ్<br>స్ట్రాన్షియమ్<br>బేరియమ్ |
| సల్ఫైడ్లు | ఇనుము, నికెల్<br>కోబాల్ట్<br>ఆంటిమోని<br>సీసము, జింకు, రాగి<br>పాదరసము |
| హేలైడ్లు | వెండి<br>సోడియమ్<br>పొటాసియమ్<br>మగ్నీషియమ్<br>అల్యూమినియము |

**ధాతుసాధనశాస్త్రము** (మెటలర్జీ): ఇది రాసాయనిక శాస్త్రములో ఒక అంతర్భాగము; ధాతువులను సాధించుటకు ఆ ధాతువులను వివిధఉపయోగములకు పనికివచ్చునట్లు తయారుచేయుటకును, వలయు ప్రక్రియలను వివరించు శాస్త్రము. ధాతుసాధనశాస్త్రము రెండు భాగములుగా ఉన్నది: 1. ధాతుసాధన విధానములు; 2. యోగ్యకరణ విధానములు. మొదటి భాగమును గురించియే ఇచ్చట చెప్పబడును. పరిశ్రమలకు ఉపయోగపడు రూపములలో ధాతువులగాని, వాటి మిశ్రములగాని సాధించుటకు కావలసినపనులు గనివద్దనే ప్రారంభమై నిర్మాణశాలలో పూర్తి అగును. ఈ ప్రక్రియలు ధాతువు యొక్క స్వభావమును బట్టియు, కొన్ని సందర్భములలో (ముఖ్యముగా ఆఖరుదశలలో) ధాతువు యొక్క వినియోగమునుపట్టియు మారుచుండును.

**ఖనిజములను శుభ్రపరచుట**: ఖనిజములు సాధారణముగా మిశ్రములుగానే లభించును. శుద్ధమైనఖనిజము ఒక్కటే ఎప్పుడును చిక్కదు. అట్టి మిశ్రములో పనికివచ్చునవి కొన్ని, పనికిరానివి కొన్ని కలసియుండును. అందుచేత ఖనిజములను ధాతుసాధనకు ఉపయోగించుటకు పూర్వము మలినములను తొలగించి శుద్ధిచేయుట ముఖ్యము. ఇందుకు ఖనిజములను బాగుచేయుట (ప్రసాధనము) మొదటి మెట్టు. ఆతరువాత ఖనిజసాంద్రీకరణము(ఓర్ కాన్సెన్ట్రేషన్) పేదఖనిజములకు అత్యవసరము. ఇట్టిసాంద్రీకరణప్రక్రియ జరుగని పక్షమున ధాతువును సంగ్రహించుటలో వ్యయ ప్రయాసములు అధికమగును.

**చూర్ణముచేయుట**: విలువలేని ద్రవ్యములతో విలువగల ద్రవ్యములు కలిసిఉండును గనుక ఈరెండురకముల ద్రవ్యములను ఒకదానినుండి మరియొకదానిని విడదీయుటకు ఖనిజమును చితుకగొట్టుట అవసరము. చితుకకొట్టుటకు సైజువారీ విడదీయుటకు ప్రత్యేకయంత్రములను ఉపయోగింతురు. ఈ యంత్రములో దౌడలవంటి రెండు ఇనుప పలకలు ఉండును. ఈపలకలమధ్య ఖనిజమును ఉంచి వాటినిదగ్గరగా కదిపిన పలకలఒత్తిడికి ఖనిజము నలుగును. బంగారముగల రాళ్లను భేదించుటలో ఆ ముక్కలను పొడిచేయుటకు రోకలివంటి దంపుడుయంత్రమును ఉపయోగింతురు. దీనికి 'పొండరు' అనిపేరు. ఇంకను మెత్తగా పొడిచేయుటకు 'బాల్ మిల్లు'ను ఉపయోగింతురు. ఈ యంత్రము యొక్క ముఖ్యాంగము మట్టముగా ఉంచబడిన ఇరుసుచుట్టుతిరిగెడి ఉక్కు గొట్టము. చూర్ణముచేయవలసిన ద్రవ్యముతో కలిపి ఉక్కుగోళకములు గొట్టము తిరుగునపుడు అవికూడ తిరిగి మధ్యనున్నద్రవ్యమును చూర్ణముగా నొనర్చును. ఈచూర్ణమును మరలమరల సైజువారీ జల్లెడలలో నుంచి జల్లించెదరు. జల్లెడరంధ్రముల ఉరవును బట్టి చూర్ణము ముతుక, సన్నపు తరగతులుగా విభజింపబడును. దీనికే 'సైజింగ్' లేదా పరిమాణవిభజనము అని పేరు. చాలసన్నపుచూర్ణములను తరగతుల క్రింద వేరుపరచుటకు చూర్ణమును నీటితో కలిపితేరనిత్తురు.

ఖనిజశుద్ధప్రక్రియయందు రెండవప్రకరణము సాంద్రీకరణము. రెండుద్రవ్యములను వేరుపరచుపద్ధతి వాటి స్వభావభేదమునుబట్టి ఉండును. ఖనిజములవిషయములో విలువగలవి, తదితరములకంటె ధర్మములలో భిన్నముగా ఉండును. అట్టి వేర్వేరుధర్మముల ఉపయోగించి వాటిని విడదీయుపద్ధతులు క్రింది పట్టికలో తెలుపబడినవి:

| ధర్మము | విధానము |
|---|---|
| 1. ఆకారము | చేతితోవిడదీయుట |
| 2. సాంద్రత | గురుత్వవిభజనము |
| 3. అయస్కాంతస్వభావము | అయస్కాంతవిభజనము |

| ధర్మము | విధానము |
| --- | --- |
| 4. ద్రవీకరణతాపక్రమము | ద్రవీకరణము |
| 5. అంటుకొనుశక్తి | ఉత్ప్లవనవిధానము లేదా తేల గొట్టుపద్ధతి |

**చేతితోఏరుట :** చేతితో ఏరుటకు వీలైనంత పెద్ద ముక్కలు ఉండునట్లు ఖనిజమును చితుకగొట్టవలెను.

**గురుత్వవిభజనము :** అనగా ద్రవ్యముయొక్క భార మందుగల వ్యత్యాసమువలన వాటిని వేరుపరచుట. ఈ విధానమందు ఖనిజచూర్ణమును నీటితో బాగుగా కలిపి తేర పెట్టుదురు. వాటి బరువునుపట్టి చూర్ణఖండములు నీటి అడుగుభాగమున వేరువేరుపొరలుగా తేరును. ఈ పొరలను తరువాత సులభముగా విడదీయవచ్చును.

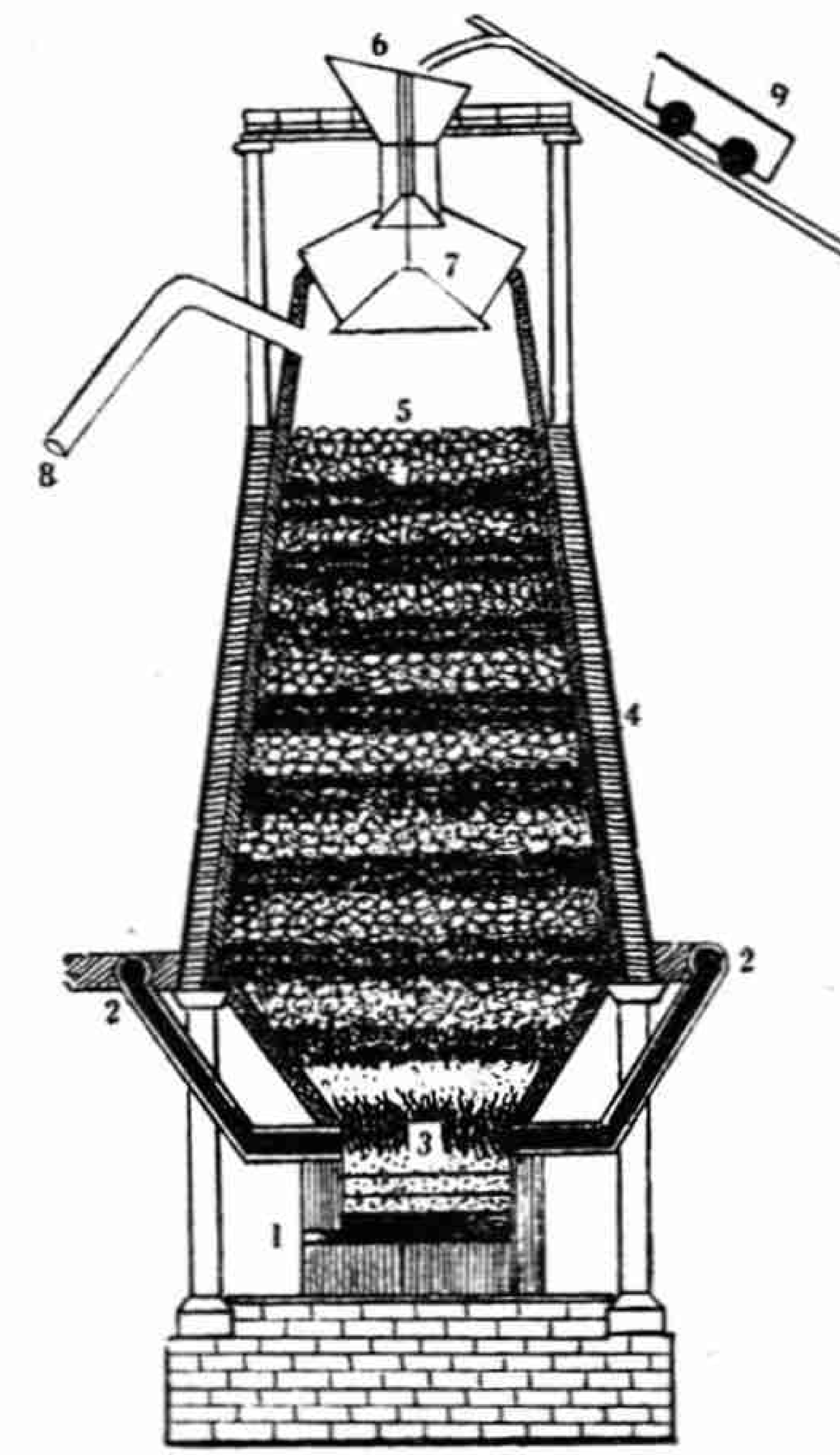
**అయస్కాంత విభజనము :** కొన్ని ఖనిజములను సూదంటురాయి ఆకర్షించును. దృష్టాంతము మాగ్నటైట్ ($Fe_3O_4$). మరికొన్నిటిని అది అరుబైట కాల్చినతరువాత ఆకర్షించును. అందుచే అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడు ద్రవ్యములను దానిచే ఆకర్షింపబడని ద్రవ్యములనుండి విడదీయుదురు.

**ద్రవీకరణపద్ధతి :** ఖనిజమిశ్రములను వేడిచేసినచో వాటిలో కొన్నివిలువగలద్రవ్యములు పనికిరానివాటికన్న కష్టముగాగాని, సులభముగాగాని కరగును. ఉదాహరణమునకు స్టిబ్నైట్ అను ఆంటిమోని ఖనిజము దానితో కలిసియున్న మలినములకన్న సులభముగా కరగును. అందుచే ఈమిశ్రమును కన్నముగలభాండమందుఉంచి వేడి చేసినచో సులభముగా ద్రవమగు స్టిబ్నైట్ కన్నము ద్వారా బయటికి వచ్చును.

**తేలగొట్టుపద్ధతి :** దీనిని ఫ్లోటేషన్ ( = ఉత్ప్లవనపద్ధతి) అందురు. ఈ పద్ధతి పై వాటికంటె చాల విరివిగా వాడుకలో ఉన్నది. ముందు కొన్ని రాసాయనిక ద్రవ్యములను నీటిలోచేర్చి బాగుగా పొడిచేసిన ఖనిజమును ఆ నీటిలో కలియబెట్టుచు గాలిని పంపుదురు. నీటిలో కలిపెడి రాసాయనిక ద్రవ్యములలో కొన్ని నురుగుకట్టునవి, మరికొన్ని ఖనిజశకలములపై పొరగా చేరునవి, మరికొన్ని అట్టిపొరలు రాకుండచేయునవి ఉండును. విలువైన ఖనిజశకలములు నీటిలో ఉబుకుచున్న బుడగలకు అంటుకొని నురుగుగా ఏర్పడి బయటికివచ్చును. ఈ నురుగును మజ్జిగ మీద తేలు వెన్నవలె వేరుచేయుదురు. చాల సల్ఫైడ్ ఖనిజములను ఇట్లు శుభ్రపరతురు. ఈ పద్ధతిలో కలిపెడి యౌగికములు కార్బన్ ద్రవ్యములు. ముఖ్యముగా 'జాంతేట్ లు', 'రాతినూనె' ఇందులకు ఉపయోగపడును.

**ధాతుసాధనకువలయు కొలుములు :** ఈ కొలుములు అనేకములు. ఖనిజములను పెద్దముక్కలుగా వాడవలసి వచ్చినపుడు సున్నపుబట్టివంటి గాలిపోసుకొను నిలువుబట్టీని ఉపయోగింతురు. ముఖ్యముగా ఇనుమును, రాగిని తయారుచేయుటకు అది ముఖ్యసాధనము.

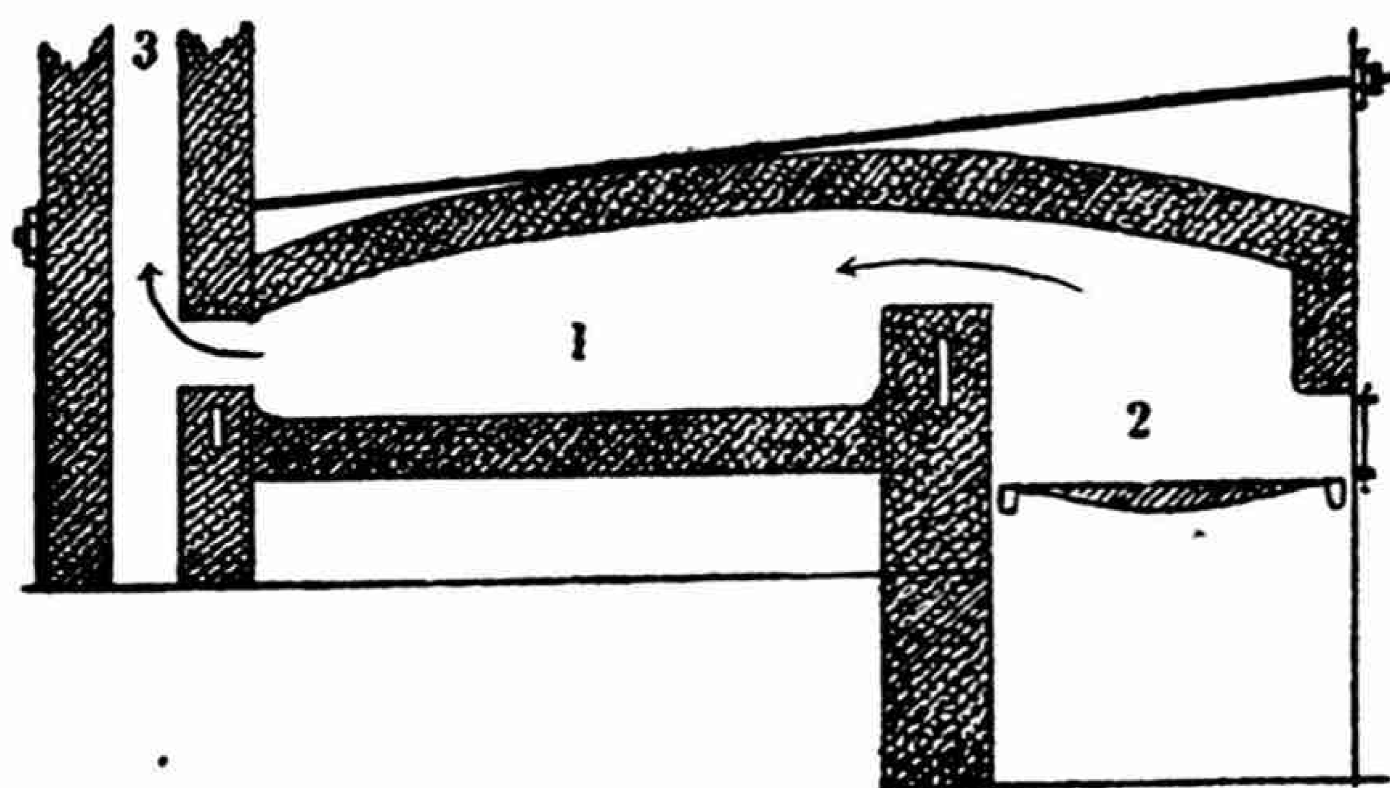
ఇది ఒక స్థూలస్తంభాకారముగల కట్టడము. దీని గోడలు కొలిమివేడికి కరగని ఇటుకలతో కట్టబడును ఈ బట్టీకి దళసరిగల ఇనుపరేకుకవచము అమర్చిఉండును ఈకట్టడముయొక్క కొస సన్నముగాను, మధ్య స్థూలముగాను, క్రిందను మరలసన్నముగాను ఉండును (1వ పటము) పైనుండి ఖనిజశకలములు, బొగ్గు, ద్రవీకరణములు నియత పరిమాణములో కొలిమిగర్భములోనికి దింపుదురు. ఈ కట్టడము అధోభాగమున ప్రక్కలఉన్న రంధ్రములద్వారా ఒత్తిడిగల వేడిగాలిని పంపుదురు. ఈవేడికి బొగ్గ ఆక్సిజన్ తో సంయోగించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ తయారగును. ఇది బొగ్గతో సంయోగించి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఏర్పడును. ఈ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ఖనిజమందలి ధాతువుయొక్క ఆక్సైడ్ను ఆక్సీహరించి ధాతువుగా మార్చును. ఖనిజమందలి మలిన పదార్థములను వేరుచేయుటకు స్లాగ్ ద్రవ్యములను ఖనిజముతోకూడ కలుపుదురు. ద్రవీకరణములు ధాతువునందలి మలినములతో సంయోగించి, చిట్టెము కట్టి వాటినివేరుపరచును. ఈచిట్టెము ద్రవరూపములో కరగిన ధాతువుపై తేలును. చిట్టెమును, ధాతువును వేరువేరు కన్నముల ద్వారా కొలిమినుండి పైకితీయుదురు. ధాతువు బరువగుటచేత క్రిందిరంధ్రము గుండా కాలువలలోనికి




1 వ పటము : బ్లాస్ట్ కొలిమి
1. ద్రవముగానున్న ధాతువు;
2. టయూర్లను గాలిగొట్టములు;
3. ద్రవముగానున్న చిట్టెము;
4. కొలిమిశరీరము; 5. ఖనిజ మిశ్రము;
6. ఖనిజమును గ్రహించు ముఖము;
7. కప్పు & కోను పరికరములు;
8. కొలిమినుండి వాయువులు పోవుటకు గొట్టము; 9. ఖనిజమును వెలుపు తొట్టె.

పారునట్లు చేయుదురు. స్లాగ్ (చిట్టెపుద్రావము)ను దానికి పైనఉన్న రంధ్రముద్వారా తొట్లలో నింపుదురు.

రివెర్బరేటరీ కొలిమి : మిక్కిలి చూర్ణముగానున్న ఖనిజములకు ఈకొలిమిని ఉపయోగింతురు (2వ పటము). ఇందు

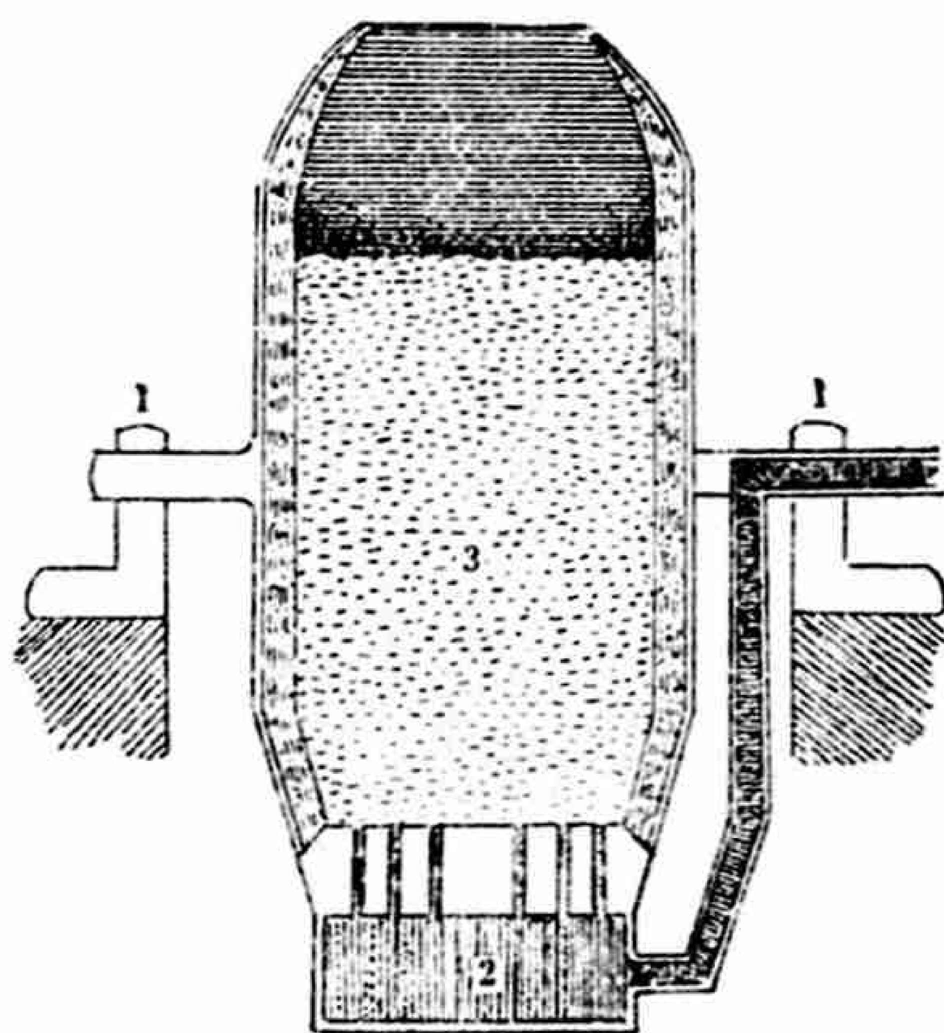



2 వ పటము : రివెర్బరేటరీ కొలిమి

1. కొలిమితల్పము, 2. నిప్పుఉంచుచోటు, 3. చిమ్నీ.

ఒకపొయ్యిలో బొగ్గు మంటపెట్టి, దానినుండి పైకెగయు జ్వాల కొలిమి వెన్నుకు తట్టి కొలిమిలోనింపిన ఖనిజ మిశ్రముపై పరావర్తించును. ఈ వేడిమికి అది కరగి ధాతువు విడిపోవును.

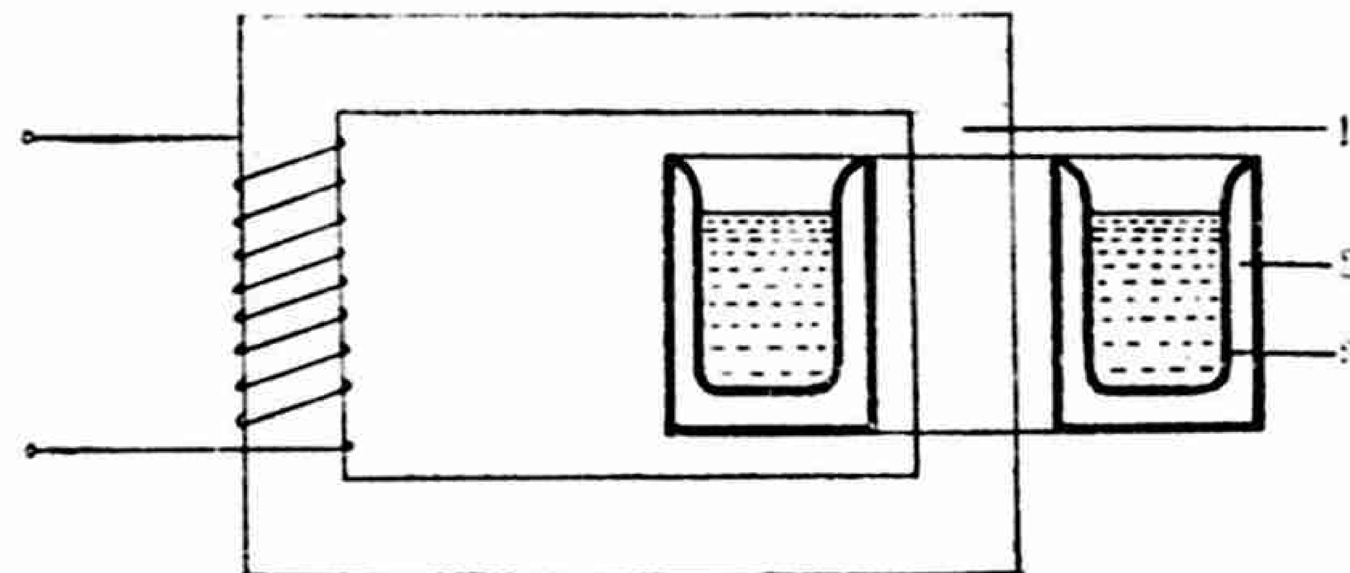
కన్వర్టర్ కొలిమి : ఇది పనసకాయ ఆకారముగల ఒక పెద్ద అండా. దీనికడుపుకన్న మూతి సన్నము. అడుగు భాగమున రంధ్రములు ఉండును. ఈ అండా ముందు వెనుకలకు ఆడుటకు వీలగునట్లు రెండుపిన్నులమీద ఇది తిరుగును (3 వ పటము). దీనిని ఇనుము మొదలగు ధాతువులను శుభ్రపరచుటకు వాడుకచేయుదురు. అండాను పిన్నులపై నేల పారుగా బిగించి కరగియున్న ధాతువులను స్లాగ్ ద్రవ్యములతో పాటు అండా గర్భములో పోయుదురు. క్రింది రంధ్రముల ద్వారా గాలిని ప్రసరించుటకు ఆరంభించి అండాను తిన్నగా త్రిప్పుదురు. ఆక్సిజన్‌చే ధాతువునందు ఉండు మలిన ద్రవ్యములు ఆక్సీకరించబడి కొన్ని వాయురూపముగా పైకి వెడలును; కొన్ని స్లాగ్‌తోకలసి ద్రవరూపమున వేరగును.




3వ పటము : కన్వర్టర్ కొలిమి

1, 1. కన్వర్టర్ వ్రేలాడదీసిన పిన్నులు, 2. గాలిగొట్టము, 3. ధాతుద్రవము.

అతిశుద్ధమగు ధాతువులను తయారుచేయ వలసినపుడు కొలిమినుండి వచ్చు వాయువుల సంపర్కము ధాతువునకు తగులకూడదు. అట్టి సందర్భములలో మఫిల్స్, క్రూసిబిల్స్ అనగా మూసలు, రిటార్ట్‌లు మొదలగు విశిష్టసాధనములను ఉపయోగింతురు. మిక్కిలి హెచ్చుతాపక్రమము కావలసి వచ్చినపుడు విద్యుచ్ఛక్తి కొలుములను (చూ. 4వ పటము) కూడ ఉపయోగింతురు.




4 వ పటము : ప్రరోచనవిద్యుత్‌కొలిమి

1. ప్రథమవేష్టనము; 2. ద్వితీయవేష్టనముగా ఆచరించు వలయాకారపాత్ర; 3. వలయపాత్రలోని ధాతుద్రవము.

ధాతుసాధన : వీటిలో ముఖ్యమైనవి మూడు పద్ధతులు ఉన్నవి : 1. కొలుములలో తప్తధాతువులను తయారుచేయుట - దీనికి పైరో మెటలర్జీ అనిపేరు; 2. నీటిని ఉపయోగించుపద్ధతి (హైడ్రోమెటలర్జీ); 3. విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించు పద్ధతులు (ఎలక్ట్రోమెటలర్జీ).

ధాతువు సహజముగా విడిగా దొరకునపుడు దానితో కలసియున్న పనికిరాని ద్రవ్యములను వేరుచేయుట చాల సులభము. మలినములతోఉన్న ఖనిజమును ద్రవకారక పదార్థములతో కలిపి కరగువరకు వేడిచేయుదురు. మలిన ద్రవ్యములు ద్రవకారక ద్రవ్యములతో కలిసి గాజువంటి ద్రవ పదార్థము పర్పడును ధాతువుకూడ ద్రవరూపముననే ఉండును. కాని ఈ రెండు ద్రవ్యములు ఒకదానితో ఒకటి కలియవు. అందుచే వేరువేరు భాగములుగా ఒకదానిపై ఇంకొకటి తేరును. ఇట్టిస్థితిలో వీటిని సులభముగా వేరుచేయ వచ్చును. బంగారమును సంగ్రహించు పద్ధతులలో ఇది ఒకటి.

యౌగికఖనిజములనుండి ధాతువులను విడదీయుటకు ధాతువు తక్క దానితో కూడియున్న ఇతరద్రవ్యములతో సంయోగించగల పదార్థములను ఉపయోగించవలెను. ధాతుస్వభావమునుబట్టి ఈ విడదీయు ప్రక్రియ మారుచుండును. ఎట్లు అనగా కొలిమివేడిమికి ఆవిరిరూపమున పైకి వెడలు పాదరసము, జింకు ధాతువుల విషయములో వాటి ఆవిరిని చల్లార్చి సాంద్రీకరించినచో ధాతువు లభ్యమగును. ఆవిరిగా మారని ధాతువులు ద్రవరూపమున స్లాగ్ పొరక్రింద కొలిమి అడుగుభాగమున చేరును. అచటనుండి

ధాతువును రంధ్రమునుండి పైకి తీయవచ్చును. ఖనిజములు ఆక్సైడ్‌లు అయినపుడు బొగ్గుతో ఆక్సీహరింతురు. ఆక్సీహరణములో ధాతువు విడివడును. దానితో రాసాయనిక సమ్మేళనములో ఉండిన ఆక్సిజన్ బొగ్గుతో సంయోగించి వాయురూపమున కొలిమి ముఖద్వారమునుండి పైకి వెడలును. ఖనిజములు సల్ఫైడ్‌లు అయినపుడు వీటిని గాలిలో కాల్చుదురు. ఈ ప్రక్రియవలన సల్ఫైడ్ చాల వరకు ఆక్సైడ్‌గా మారును. ఈ ఆక్సైడ్‌ను మరల బొగ్గుతో ఆక్సీహరించినచో ధాతువు విడివడును. ఖనిజము కార్బొనేట్ అగునపుడు దానిని కాల్చుట వలన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ కొలిమినుండి పైకిపోయి ధాతువుయొక్క ఆక్సైడ్ మిగులును. ఈ ఆక్సైడ్‌ను యథాప్రకారము ఆక్సీహరించినచో ధాతువు లభ్యమగును.

క్రోమియమ్, మాంగనీస్ ఆక్సైడ్‌లను బొగ్గుతో ఆక్సీహరించుట సాధ్యముకాదు. వీటిని బొగ్గుకన్న ఎక్కువ ఆక్సీహరణశక్తిగల అల్యూమినియము చూర్ణముతో ఆక్సీహరింతురు. దీనికి గోల్డ్‌స్మిట్ విధానము అని పేరు :



$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$$



$$Mn_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2\,Mn + Al_2O_3$$

ఈ విధానమందు అల్యూమినియమునకు బదులుగా అపురూపధాతు ఖనిజములనుండి తయారైన 'మిష్ మెటల్' అను ధాతుమిశ్రమును కూడ వాడుదురు (చూ. అపురూపమృత్తులు - పు. 140).

ఇట్లు జింకు, పాదరసము, ఆంటిమోని, నికెల్, కోబాల్ట్, ఇనుము, తగరము, సీసము, మాంగనీస్, క్రోమియమ్‌ధాతువులను తాపవిధానముననే ఖనిజముల నుండి విడదీయుదురు.

నీటిని ఉపయోగించుపద్ధతి : దీనిని ద్రావణీకరణ పద్ధతి అందురు. ఇందు సాంద్రీకృత ఖనిజచూర్ణమును, దానియందలి ధాతువును మాత్రము విలీనముచేయగల జలద్రావణముతో కలుపుదురు. ధాతువుకరగి ద్రావణమైన తరువాత దానిని ద్రావణమునుండి తగిన రాసాయనిక ప్రక్రియచే అవక్షేపముగా క్రిందికి తేర్చవచ్చును; లేదా విద్యుత్ విశ్లేషణమువలన ఋణధ్రువముమీద వేరుచేయవచ్చును; లేదా, ద్రావణమును ఇగుర్చుటవలన ద్రావ్యమగుధాతువు నిల్చి ద్రవము ఆవిరిరూపమున పైకి పోవును. ఇట్లు బంగారమును ఖనిజ చూర్ణమునుండి పాదరసములో ద్రావణముగా సంగ్రహించి ద్రావణమును వేడిచేయుట వలన పాదరసము ఆవిరిగా పైకెగసి బంగారము నిల్చిఉండును. బంగారము, వెండి ఖనిజములను సోడియమ్ సైనైడ్ ద్రావణములో కరగించి, ఆ ద్రావణమునందు జింకు పలకలు ఉంచినచో రెండు ధాతువులు ద్రావణమునుండి బయటికి వచ్చును. రాగిని సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించి ద్రావణముగా మార్చి ఈ ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణమువలన, రాగిని ఋణధ్రువముమీద అట్టకట్టునట్లు చేయవచ్చును.

విద్యుత్ ప్రక్రియలు : ఈ పై రెండు విధానములచే సాధించుటకు వీలులేని ధాతువులను విద్యుత్ విధానముననే విడదీయుదురు. ఇందులకు ధాతువుల క్లోరైడ్‌లు ఉపయోగపడును. క్లోరైడ్‌లను తాపముచే కరగించి ఆ ద్రవమును విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమున విశ్లేషించినపుడు ధాతువు ఋణధ్రువముపై వేరగును. సోడియమ్, పొటాసియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ ధాతువులు ఇట్లు తయారగును. కాని అల్యూమినియము తయారు చేయుటకు ఉపయోగించు ద్రవ్యము క్లోరైడ్ కాదు. క్రయొలైట్ అను అల్యూమినియము సోడియమ్ ఫ్లోరైడ్‌ల జంట యౌగికము ($3NaF, AlF_3$) వేడిచే కరగించబడిన క్రయొలైట్‌లో బాక్సైట్ అను అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ సులభముగా కరగును. ద్రవరూపమగు క్రయొలైట్‌లో అల్యూమినియము ఆక్సైడ్ ద్రావణరూపములో ఉండును. ఈ ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణము కావించినచో ఋణధ్రువముగా ఆచరించు బొగ్గు పొరతో కప్పిన ఇనుపపెట్టె అడుగుభాగమున అల్యూమినియము చేరుకొనును. ఈ ప్రక్రియకు 'హాల్ & హెరౌల్ట్ ప్రక్రియ' అని పేరు.

ధాతుశోధన (రిఫైనింగ్ ఆవ్ మెటల్స్) : సాధారణముగా తాపనక్రియలద్వారా లభ్యమగు ధాతువులు నిర్దుష్టముగా ఉండవు. అందుచే వీటిని శుభ్రపరచుట అవసరము. విద్యుత్ ప్రక్రియల వలన లభ్యమగు ధాతువులు అట్లుగాక శుభ్రముగానే ఉండును. ధాతువులను శుభ్రపరచుటకు రెండు ముఖ్యవిధానములు కలవు : 1 తప్తధాతు విధానము; 2. విద్యుత్ విధానము.

తప్తధాతు విధానము : ఈ ప్రక్రియలో వేడిచే కరగిన ధాతువు యందుండు మాలిన్యములు, గాలిసంపర్కముచే కొలిమియందు ఆక్సీకరించబడి స్లాగ్‌ద్రవ్యములతో సంయోగించిధాతువుపై తెట్టుగా తేరును. ఈ తెట్టును పారలతో తీసివేసినచో శుభ్రమైనధాతువు మిగులును; ఇట్లు రాగిని శుభ్రపరతురు. రాగిని కొలిమిలో గాలి సోకునట్లు కరగించిన అందుండు ఇనుము, సీసము, జింకు, తగరము మొదలగు ధాతుమాలిన్యములు ఆక్సైడ్‌లుగా మారి స్లాగ్‌తో సంయోగించి రాగిమీద తెట్టుకట్టును. ఈప్రక్రియయందు కొంచెమురాగికూడ ఆక్సైడ్‌గా మారును. ఈ నష్టమును

కూడదీయుటకు ఆక్సైడ్‌ను తిరిగి రాగిగా మార్చవలెను. ఇందుకు కొలిమిలో కరగియున్న ధాతువును పొడవైన పచ్చికర్రలతో కలియబెట్టుదురు. కొలిమి వేడికి పచ్చికర్రల యందలి ద్రవ్యములు విశ్లేషించి, హైడ్రోకార్బన్ వాయువులు ఏర్పడును. ఈవాయువులు రాగి ఆక్సైడ్‌ను తిరిగి రాగిగా అక్సీహరించును. అపుడు శుద్ధమైనరాగి తయారగును. ఇటులనే సీసముతో కలిసిన వెండిని శుభ్రపరచుటకు ఈప్రక్రియను వాడుదురు. సీసమిశ్రితమగువెండిని మూసకొలిమిలో కరగించి గాలిని కొలిమిలోనికి పంపినచో సీసము పసుపువర్ణముగల ఆక్సైడ్‌గా మారును. మూసలో ఈ ఆక్సైడ్ కొంత లీనమగును. మిగిలినదానిని విసురుగాలితో పైకి వెళ్లగొట్టుదురు. మూసలో శుద్ధమైన వెండి మిగిలి ఉండును. స్వర్ణకారులు ఇప్పటికిని ఈ విధానముననే వెండిని శుద్ధిచేయుదురు. దీనికి ఊదుట అని పేరు. శుద్ధమైన వెండిని ఊదినవెండి అందురు.

విద్యుత్‌విధానము : ఇందు సరియగు ధాతులవణ ద్రావణములో పలకలుగా పోసిన మలినధాతువును ధనధ్రువములుగాను, శుద్ధమైనధాతువును ఋణధ్రువములుగాను వరుసగా అమర్చి విద్యుత్ప్రవాహమును ఉచితరీతిని పంపుదురు. శుద్ధధాతువు ఋణధ్రువములపై నిక్షిప్తమగును. ధనఫలకమునుండి ఎంతధాతువు ద్రావణములో కరగునో అంత ఋణధ్రువముపై పొరగా చేరును. రాగిని శుద్ధిచేయుటకు మైలతుత్త (కాపర్‌సల్ఫేట్) ద్రావణమును వాడుదురు. ఈ విధానముననే జింకు, సీసము, వెండి కూడ తదనుగుణములగు ద్రావణములలో విద్యుత్కరణమువలన తయారగుచున్నవి. ఈ ధాతువులు అన్నియు అతిశుద్ధముగా ఉండును. ఎన్. బి. వి. కె. రావు.

**మూలద్రవ్యభావము** : రాసాయనికశాస్త్రభావములలో మూలద్రవ్యభావము, సంయుక్త (యౌగిక) ద్రవ్యభావము మొదటిది. 'ప్రపంచమందు అగపడు వస్తువులలో అనేకములను సరళద్రవ్యములలోనికి విడదీయవచ్చును' అనుభావము సంయుక్తద్రవ్యభావమునకు దారితీసినది. ఏ సరళద్రవ్యములు కలిసి సంయుక్తద్రవ్యములు ఏర్పడినవి అను విషయమును చర్చించుటయందు మూలద్రవ్యభావము పొడసూపినది. ఈ రెండుభావములును పరస్పరసాపేక్షములు. అనగా మూలద్రవ్యభావములేనిది, సంయుక్తద్రవ్యభావము సిద్ధించదు: సంయుక్తద్రవ్యభావము లేనిది మూలద్రవ్యభావము సిద్ధించదు. మూలద్రవ్యములనుండి సంయుక్తద్రవ్యములు ఏర్పడినట్లుగాని, సంయుక్తద్రవ్యము మూలద్రవ్యములుగా విడివడినట్లుగాని, తెలిసికొనుట ఎట్లు అను విషయమును పరిశీలించు సందర్భమున, రాసాయనికపు మార్పు అను భావకల్పన ఆవశ్యకమైనది. మగ్నీషియమ్ తీగతో ప్రయోగాంతమున మనకు లభ్యమైన చూర్ణమును సరిపోల్చి చూచినచో మొదటి ద్రవ్యపు ధర్మములు వేరు; రెండవద్రవ్యపు ధర్మములు వేరు.

కర్రలు కాలి బూడిదగా మారునపుడు, పాలు పులిసి పెరుగు అగునపుడు, బయట గాలిలో ఉంచిన ఇనుపముక్క త్రుప్పు పట్టునపుడు గోచరించు ప్రక్రియలు అన్నియు రాసాయనికపు మార్పులే. ఈ ప్రక్రియలన్నిటి యందును మగ్నీషియమ్ తీగ కాలి, మగ్నీషియా ఏర్పడిన ప్రక్రియలోవలె మొదట వస్తువులనుండి భిన్న ధర్మములుగల నూతన వస్తువులు ఏర్పడుట కననగును. అదికాక ఈ మార్పులు అన్నియు అపరివర్తనీయములు.

ఇట్టి రాసాయనికపు మార్పు పరిసర ప్రకృతియందును, మనశరీరమందును అనవరతము ప్రత్యక్షమగుచుండును. వాతావరణమునుండి నీటి ఆవిరిని, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును తీసికొని వృక్షములు కొమ్మలు, పువ్వులు, కాయలు పెట్టి వృద్ధి పొందుట ఒక అద్భుతమైన రాసాయనికపు మార్పుల పరంపర. మనము తినెడి ఆహారము నోటికందించినది మొదలు లాలాజలమువంటి రసములతో మిశ్రితమై అనేక రాసాయనికపు మార్పులకులోనై శరీరమందు రక్తముగాను, కండరములుగాను, ఎముకలుగాను, మారి మనకు జీవనాధారమగుట రాసాయనికపు మార్పు పరంపరకు మరియొక దృష్టాంతము. ఇవి అవి అననేల; సర్వతోముఖమై అవిరతమగు రాసాయనిక పరిణామము సృష్టికి మూలాధారమై ఉన్నది.

ప్రకృతిని అటుంచి, మానవుడుకూడ వాయువునుండి జలమునుండి, భూమినుండి తన జీవనసౌఖ్యమునకు కూర్పు అనేకద్రవ్యములను, వ్యాపారములను తనచే కల్పితములగు రాసాయనికపు మార్పు ఫలములుగానే పడయుచున్నాడు.

ఇట్లు ప్రకృతిని మానవ వ్యవహారములను శాసించుచున్న రాసాయనిక పరిణామముయొక్క స్వరూపస్వభావముల జ్ఞానము మనకు ఆవశ్యకము. మే. వ. స.

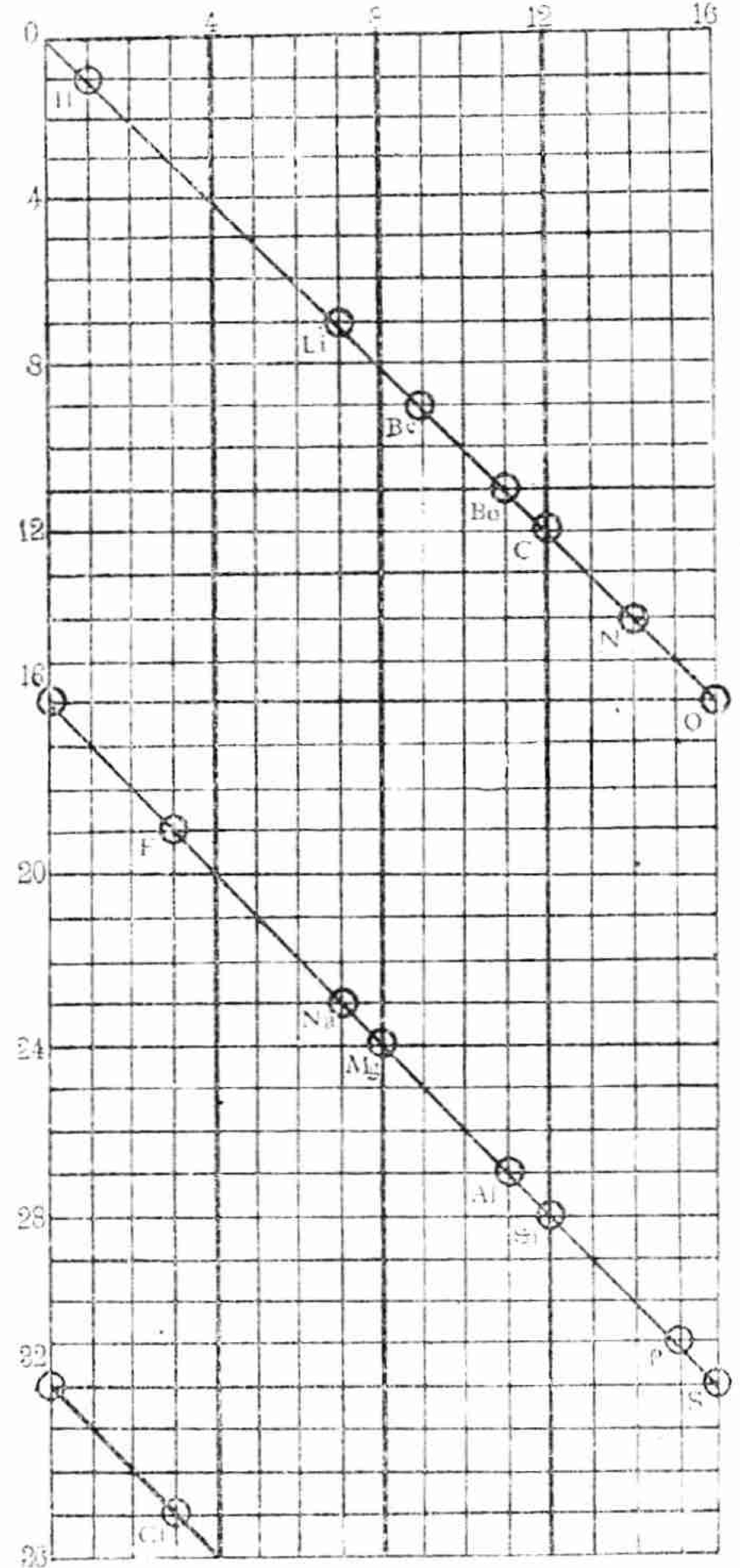
**మూలద్రవ్యముల వర్గీకరణము** : రాసాయనిక శాస్త్రదృష్ట్యా మూలద్రవ్యములను సరిగా వర్గీకరించుట అధునాతన శాస్త్రజ్ఞుల కృషి ఫలితమే. ఈ వర్గీకరణమునకు పరమాణు గుణపరీక్ష ఆధారము. వర్గీకరణమునకు పరమాణు ధర్మములను బీజప్రాయముగ (1816-29 మధ్య) గ్రహించినవారిలో డబరీనర్ శాస్త్రజ్ఞుడు మొదటివాడు. మూలద్రవ్యములను మూడుమూడు చొప్పున గుంపులుగా ఏర్పరచి వానిలో ప్రతిగుంపునందును మధ్యనున్నమూల ద్రవ్యముయొక్క గుణములు మొదటిదానికిని చివరదాని

కిని మధ్యస్థముగా ఉండునని ఆయన చెప్పెను : 1. కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్; 2. సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్; 3. క్లోరీన్, బ్రోమీన్, అయిడీన్, అను మూడు సమూహములను అట్టి త్రికసమూహములకు ఉదాహరణముగా గ్రహించవచ్చును. ఈ మూడు గుంపుల పరమాణు భారములను, సాంద్రతలను మూలద్రవ్యముల గుణములపట్టికయందు గమనించినచో డబరీనర్ సూత్రము లోని నిజము వ్యక్తమగును:

| | Na K Rb | Ca Sr Ba | Cl Br I |
|---|---|---|---|
| పరమాణు భారము | 23, 39, 85·5 | 40, 88, 137 | 35·5, 80, 127 |
| సాంద్రత | 0·97, 0·86, 1·53 | 1·54, 2·56, 3·5 | 0·32, 1·7, 4·94 |

1828 – 1854 మధ్య జీన్ బాప్టిస్టే డ్యూమా, జోసియా పార్సన్స్ కుక్ అను వారిరువురును మూల ద్రవ్యములను మూటికంటె ఎక్కువగా జేర్చిన వర్గములుగా మార్చవచ్చుననియు, ఒకే వర్గమునకు చెందిన ద్రవ్యములలో ఒకే కుటుంబమునకు చెందినవాటిలోవలె పోలికలు కనబడుననియు నిర్వచించిరి. అందువలన మూలద్రవ్యములను కొన్ని కుటుంబములుగా విభజించుట జరిగెను : 1. మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ ; 2. ఫ్లోరీన్, క్లోరీన్, బ్రోమీన్, అయిడీన్ ; 3. నైట్రోజన్, ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరము), ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు; 4. ఆక్సిజన్, గంధకము, సిలీనియమ్, టెలురియమ్ అను మూలద్రవ్యములు ఇట్టి కుటుంబములకు విస్పష్టమైన ఉదాహరణములు.

1862 లో పరమాణుభారములను మూలద్రవ్యముల యొక్క నిత్యస్వభావముగ గ్రహించి, వర్గీకరణమొనర్చుట తగునని 'షాన్ కుర్ట్వా' అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు సూచించెను. మరమేకునందున్న మాదిరిగా క్రమముగా పైకిపోయెడి సర్పిలాకార రేఖపై వేర్వేరుమూలద్రవ్యములను వాని పరమాణుభార క్రమానుసారముగ బిందురూపమున ఇతడు గ్రహించెను. ఈ పద్ధతి వర్గీకరణమును 1 వ పటములో చూడవచ్చును. ఇట్లు అమర్చినపుడు పోలికలుగల మూలద్రవ్యములన్నియు, వరుసగా ఒకదానిపై ఒకటి సర్దుకొనెను. మరుసటి సంవత్సరముననే 'న్యూలాండ్స్' అను ఇంగ్లీషుశాస్త్రజ్ఞుడు మూలద్రవ్యములను వాని పరమాణు భారక్రమమున అమర్చినపుడు ప్రతి ఎనిమిదవ ద్రవ్యము మొదటిదానిని పోలియున్నదని గమనించెను. సంగీతమునందు 'స రి గ మ ప ద ని' అను సప్తస్వరముల




1 వ పటము : షాన్‌కుర్ట్వాసర్పిల రేఖ.

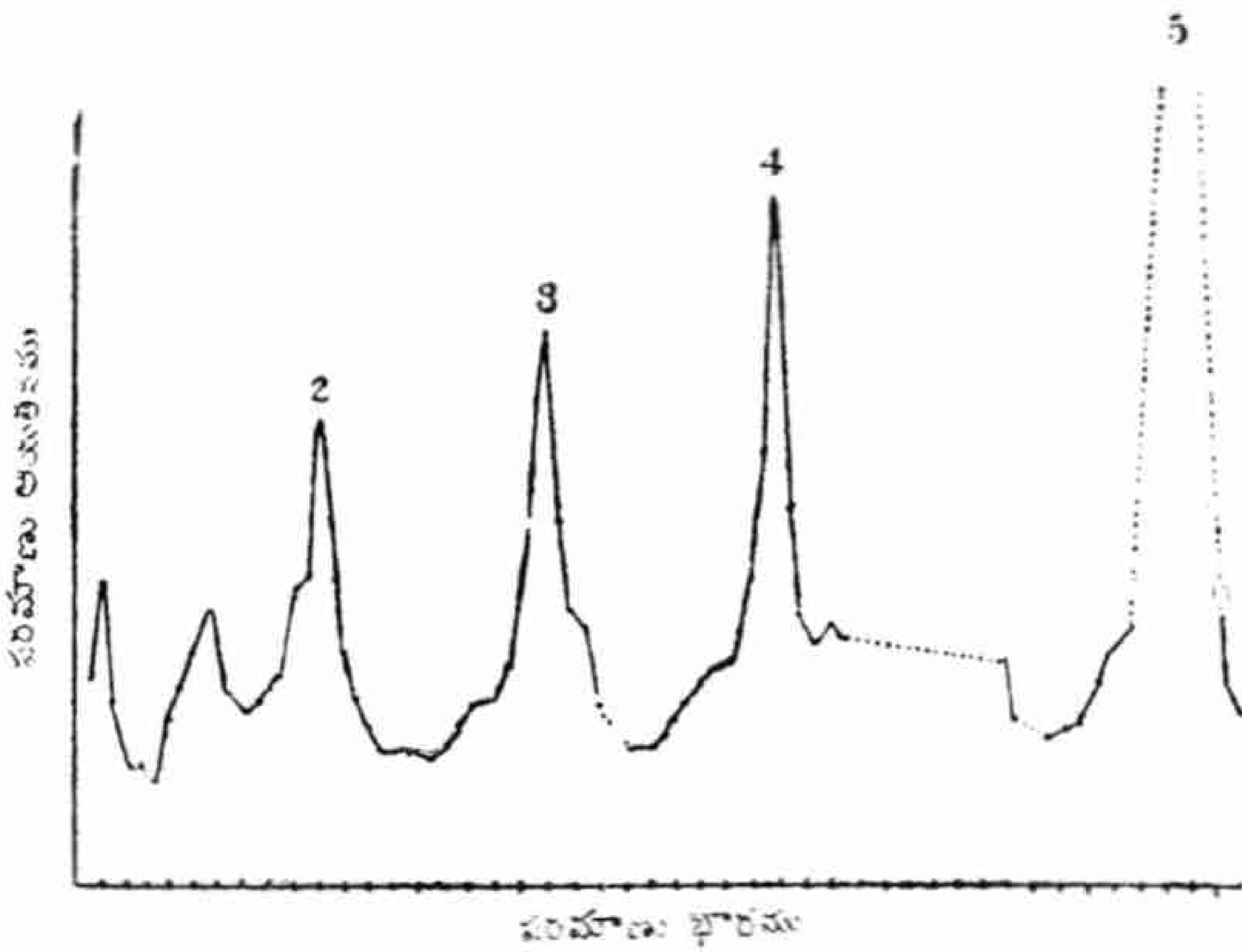
తరువాత తిరిగి 'స' అను స్వరము మేళవించునట్లు మూల ద్రవ్యగుణములు కూడ ఆవర్తక్రమమున హెచ్చుస్థాయిలో కనిపించునని ఈ శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్వచించెను. న్యూలాండ్స్ నిర్వచించిన సూత్రమును స్వరాష్టక నియమము (లా ఆవ్ ఆక్టేవ్స్)అని పేర్కొందురు. ఈ నియమము యొక్క ప్రామాణ్యత ఈమూడువరుసలను గమనించినచో స్పష్టమగును :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H<br>హైడ్రోజన్ | Li<br>లిథియమ్ | Be<br>బెరిలియమ్ | B<br>బోరాన్ | C<br>కార్బన్ | N<br>నైట్రోజన్ | O<br>ఆక్సిజన్ |
| F<br>ఫ్లోరీన్ | Na<br>సోడియమ్ | Mg<br>మగ్నీషియమ్ | Al<br>అల్యూమినియము | Si<br>సిలికన్ | P<br>భాస్వరము | S<br>గంధకము |
| Cl<br>క్లోరీన్ | K<br>పొటాసియమ్ | Ca<br>కాల్సియమ్ | Cr<br>క్రోమియమ్ | Ti<br>టైటానియమ్ | Mn<br>మాంగనీస్ | Fe<br>ఇనుము |

పోలికలేమియు లేనప్పటికిని మాంగనీస్‌ను నైట్రోజన్ వర్గమునందు, ఇనుమును ఆక్సిజన్ వర్గమునందు చేర్చుట వలన న్యూలాండ్స్ నియమము అంత తృప్తికరముగా వర్తించదని ముందుపుటలో ఉన్న పట్టిక చూచిన స్పష్టమగును. అయినప్పటికిని ఇతర వర్గీకరణములకన్న ఇది కొంతఎక్కువ వ్యాపకమైనదనియు, ఆవర్తక్రమ లక్షణములను ఇముడ్చుకొని ఉన్నదనియు ఊహించవచ్చును.

1864 లో లోదర్ మేయర్ అను జర్మనుశాస్త్రజ్ఞుడు స్వతంత్రముగా ఇట్టి నియమమునే కనుగొనెను. బర్జీలియస్, స్టాస్ మొదలగు అనేక శాస్త్రజ్ఞులకృషి వలన నికరముగా తేలిన పరమాణుభారములను ఉపయోగించి మూలద్రవ్యములను ఆరోహణ క్రమముగా అమర్చెను. అప్పుడు ద్రవ్యముల గుణములు ఒక క్రమము అనుసరించి ఉండునని అతడు కనుగొని ఈ సత్యము కండ్లకు కట్టునట్లు రుజువు చేయుటకై ఒక క్రొత్త ఫక్కీని అవలంబించెను.

ఏదైన మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభారము ఆక్రమించుకొను ఘనపరిమాణమును ఆ ద్రవ్యముయొక్క పరమాణ్వాయతనము అనవచ్చును. మూలద్రవ్యముల పరమాణు భారములను, వాటి పరమాణ్వాయతనములను గ్రాఫ్ కాగితముపై బిందువులచే గుర్తించి, అట్లు లభించిన బిందువుల ఒక రేఖచే కలిపినపుడు 2 వ పటములో చూపిన ఆవర్తవక్రరేఖలు సిద్ధించును. అందు ఆరోహణావరోహణక్రమము స్పష్టమగుచున్నది. ఇట్లు ఈమూల ద్రవ్యముల ఇతర గుణములుకూడ వాటి పరమాణు భారములతో సమకూర్చినచో ఇట్టి క్రమముల అనుసరించునని లోదర్ మేయర్ సూచించెను. ఒకదానినొకటి పోలియున్న ద్రవ్యములు ఈ రేఖలపై తుల్యస్థానములను ఆక్రమించెనని గమనించెను. పరమాణుభార క్రమముపై




2 వ పటము : లోదర్ మేయర్ పరమాణ్వాయతన వక్రరేఖ.

ద్రవ్యముల గుణములు ఆధారపడియున్నట్లు అతడు నిరూపించెను.

1869 లో మెండెలేయఫ్ అను రష్యా శాస్త్రజ్ఞుడు 'పరమాణు భారక్రమములో మూలద్రవ్యములను అమర్చినచో వానిగుణములు ఆవర్తక్రమమున పరమాణు భారమును అనుసరించును' అని స్వతంత్రముగా కనుగొనెను. ఈ నియమమును దృఢముగా విశ్వసించి, కూలంకషమైన పరిశోధనల వలన రెండు సంవత్సరములలో దానియొక్క ప్రయోజనమును శాస్త్రజ్ఞులందరకు నచ్చచెప్పెను. ఇందుపూర్వపు వర్గీకరణములోఉన్న మంచి లక్షణములన్నియు గర్భితమై ఉన్నవి. ఈ నియమము మూలద్రవ్యములకే కాక వాటి యౌగికములకు కూడ వర్తించునని, సమగ్రమగు పరిశోధనల వలన మెండెలేయఫ్ తేల్చెను. అందువలన రాసాయనికశాస్త్ర విజ్ఞానమంతయు క్రోడీకరించుటకు వీలయ్యెను. ఈ నియమానుసారియగు వర్గీకరణములో మూలద్రవ్యములు అన్నియు ఎనిమిది కుటుంబములుగా ఏర్పడినవి. అందువలన రాసాయనిక శాస్త్ర అభ్యాసమునకు ఒకవెన్ను లభించెను. అంతేకాక విశేష విజ్ఞానదాయకములగు నూతన పరిశోధనలకు దారి దొరకెను.

మెండలేయఫ్ ఆవర్తక్రమ పట్టికలోని వర్గీకరణమును (చూ. పటము - పు. 95) గమనించినచో క్రింది లక్షణములు స్పష్టముగా గోచరించును :

1. మూల ద్రవ్యములను పరమాణుభార క్రమమున సర్దినపుడు, వాటిధర్మములో ఒక ఆవృత్తి గోచరించును ;

2. పోలికలుగల మూల ద్రవ్యములు ఇంచుమించు సమానమైన పరమాణుభారము (ప్లాటినమ్, ఇరిడియమ్, ఆస్మియమ్)లనుగాని లేదా క్రమముగా పెరుగుచున్న పరమాణుభారము (సోడియమ్, పొటాసియమ్, రుబిడియమ్) లను కాని కనపర్చును ;

3. పరమాణుభారక్రమమున అమర్చిన మూలద్రవ్యములయొక్కగాని, వాటివర్గములయొక్కగాని యోజనీయత కూడ ఒక నియతక్రమములో మారుచుండును ;

4. చాలతక్కువ పరమాణుభారములుకల మూలద్రవ్యములు ప్రకృతిలో మిక్కిలి విస్తరించియున్నవి. వీటి గుణములు చాల విశిష్టములైనవి. అందుచే వీటిని దృష్టాంత మూలద్రవ్యములు (టిపికల్ ఎలిమెంట్స్) అనవచ్చును. ఆవర్తక్రమములోని లిథియమ్, సోడియమ్ ఆవృత్తులలో ఉన్న మూలద్రవ్యములకు దృష్టాంత మూలద్రవ్యములని మెండెలేయఫ్ పేరిడెను ;

5. మూలద్రవ్య ధర్మవిశిష్టత దాని పరమాణుభార పరిమాణమునుపట్టి ఉండును ;

6. ఇంకను మరికొన్ని కనుగొనవలసిన మూలద్రవ్యములు ఉన్నవి. వాటిని ఈ ఆవర్తక్రమపట్టిక సహాయమున ముందుగా నిర్దేశించవచ్చును ;

7. ఆవర్తక్రమములో చుట్టుపట్లనున్న మూలద్రవ్యముల పరమాణుభారజ్ఞానమును ఉపయోగించి, ఒకమూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణుభారమును యథార్థముగా నిర్ణయించవచ్చును ;

8. మూలద్రవ్యముల విశిష్ట ధర్మములను, వాటిని ప్రయోగముచే నిర్ధరించకమునుపే వాటి పరమాణుభారములపట్టి నిర్ణయించవచ్చును ;

నూతనవిజ్ఞాన సేకరణకు అనేక విధముల మెండెలేయఫ్ నియమము సాయపడినది. ఆ రోజులలో అమలులోనున్న రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులను ఉపయోగించి నిర్ధారణ చేసిన పరమాణుభారములు కొన్ని మూలద్రవ్యములపట్ల సందేహాస్పదములుగా ఉండెను. అట్టివాటిని మెండెలేయఫ్ పట్టికయందు ఆ ద్రవ్యములస్థానమును ఉపయోగించి దిద్దుటకు వీలైనది. బెరిలియమ్, ఇండియమ్ ధాతువుల విషయమున ఇట్టి సందేహము ఉండెను. బెరిలియమ్‌నకు రాసాయనిక గుణములలో అల్యూమినియముతో కొంత స్థూల సాదృశ్యముండుటచే, బెరిలియమ్ తృతీయవర్గమునకు చెందిన మూలద్రవ్యమని నాటి రాసాయనికులు భ్రమించిరి. బెరిలియమ్‌యొక్క తుల్యభారము 4.5 అని తెలియును. బెరిలియమ్ అల్యూమినియమువలె త్రియోజనీయధాతువు అనుకొనినచో దాని పరమాణు భారము $3 \times 4.5 = 13.5$ కావలెను. కాని 13.5 పరమాణుభారము గల ధాతువు ఏదియును మూడవవర్గములో ఇముడుటకు చోటులేదు. తుల్యభారమును 2 చే గుణించగా వచ్చిన $2 \times 4.5 = 9$ పరమాణుభారముగల ధాతువును రెండవ వర్గములో మగ్నీషియమ్ మీద అమర్చవచ్చును. సూక్ష్మ పరిశీలనవలన బెరిలియమ్‌నకు అల్యూమినియముతోకన్న మగ్నీషియమ్ వర్గములోనున్న ధాతువులతో హెచ్చు సాదృశ్యము ఉన్నట్లు వ్యక్తమైనది. అందువలన బెరిలియమ్ పరమాణుభారము 9 అని నిశ్చితమైనది. ఇట్లే ద్వియోజనీయతకలది అని భ్రమపడిన ఇండియమ్ విషయమై కూడ దిద్దుబాటు జరిగినది.

తన పట్టికలోఉన్న ఖాళీస్థలమును గుర్తించి ఇంకను ఆవిష్కృతములుకాని మూలద్రవ్యములు 3 వ, అనగా బోరాన్ కుటుంబములో రెండును, 4 వది అగు కార్బన్ కుటుంబములో ఒకటియును కలవని 1871 లో మెండెలేయఫ్ ఊహించెను. వాటికి ఆయన ఏకా బోరాన్, ఏకా అల్యూమినియము, ఏకా సిలికన్ నామముల నిడి వాటి గుణములను పూర్వనిర్దేశము కావించెను.

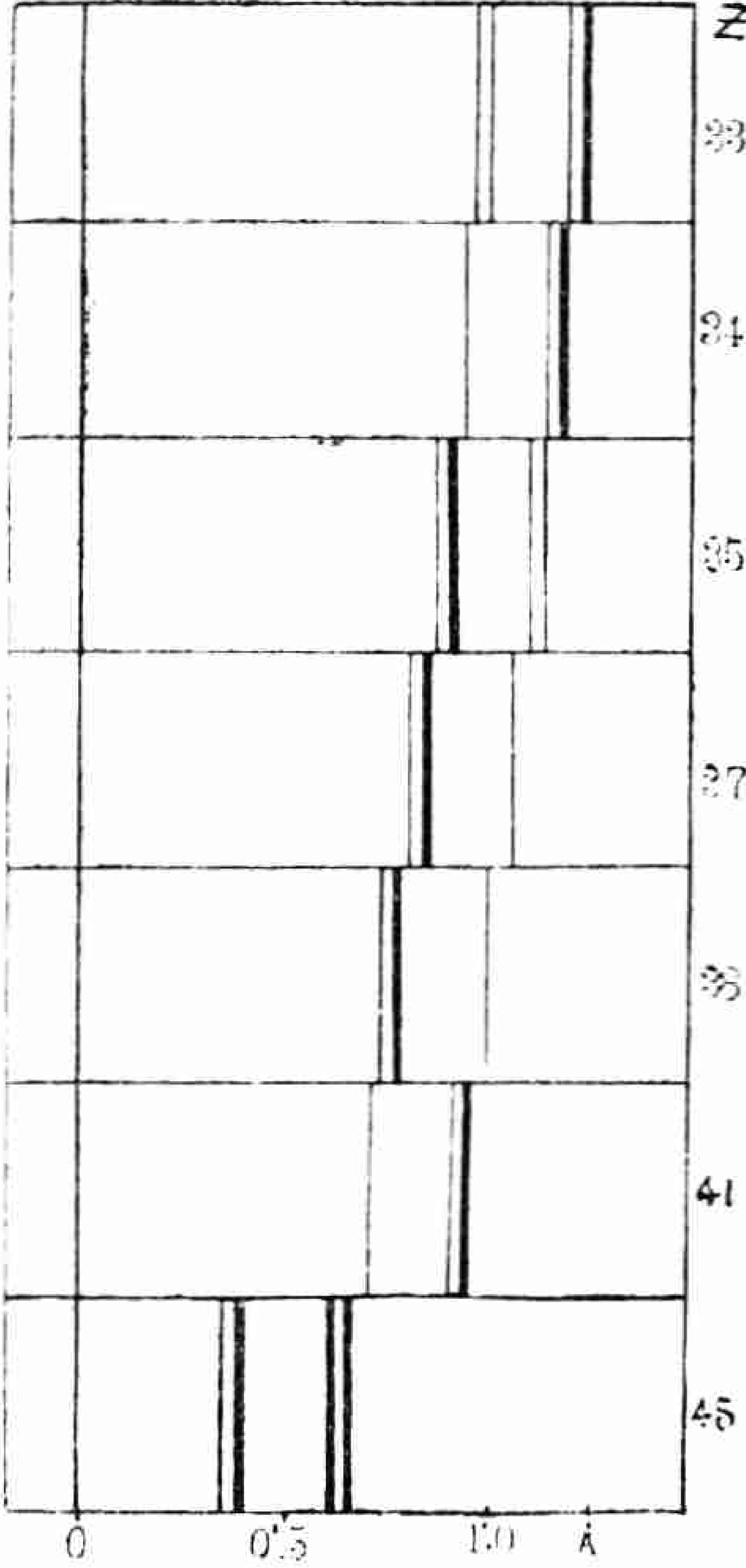
మెండెలేయఫ్ చేసిన పూర్వనిర్దేశములు రుజువైన పిమ్మట ముఖ్యముగా (1898 లో) రామ్జీ, ఆయన శిష్యులు గాలిలోఉన్న అపురూపవాయువులను వేరుచేసి శూన్యవర్గమను ఇంకొకవర్గమును మెండెలేయఫ్ ఆవర్తక్రమపట్టికకు చేర్చిన తరువాత (చూ. జడవాయువులు - పు. 340) శాస్త్రలోకమందు దీని ప్రసిద్ధి మిన్నుముట్టినది. జీవశాస్త్రవర్గమందు డార్విన్ యొక్క జీవపరిణామసిద్ధాంతము ఎంతటి వ్యాపకతా మహత్త్వమును చూరగొన్నదో, అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రమందు మెండెలేయఫ్ యొక్క ఆవర్తక్రమనియమమంత వ్యాపకతా ప్రశస్తి నార్జించినది.

పరమాణుభారక్రమము ఆర్గాన్, పొటాసియమ్ కోబాల్ట్, నికెల్, టెలురియమ్, అయిడీన్ విషయములో రాసాయనిక గుణక్రమముతో సంవదించకపోవుటవలన, ఆవర్తక్రమ సన్నివేశమునకు పరమాణుభారము కన్న హెచ్చుసంతృప్తికరమగు బీజము ఒకటి ఉండవలయునన్న ఊహ అంతకంతకు రాసాయనికుల మనములలో రూఢమైనది. ఈ ఊహననుసరించి రాసాయనికక్రమమునుబట్టి పట్టికలోఅమర్చబడిన మూలద్రవ్యములను హైడ్రోజన్‌తో ప్రారంభించి, ఉత్తరోత్తర క్రమముగా వృద్ధియగుచున్న సంఖ్యలతో నిర్దేశించి, ఆ సంఖ్యాక్రమమును ఆవర్తక్రమమునకు మూలముగా తీసికొనవలయునని, 1896లో రైడ్‌బర్గ్ సూచించెను. ఈ సంఖ్యాక్రమములో మూలద్రవ్యమునకు ఆరోపించబడిన సంఖ్య పట్టికలో దాని స్థానమును తెలియజేయును. ఈ సంఖ్యకు 'పరమాణ్వంకము'అని పేరు.

మూలద్రవ్యములయొక్క X - కిరణవర్ణమాలయందలి రేఖలతరంగదైర్ఘ్యములను ఆధారముగాగొని, ఈ పరమాణ్వంకమును ప్రయోగ పూర్వకముగ నిర్ణయించు విధానమును 1913 లో ఇంగ్లీషు భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడగు మోజ్లీ అను యువకుడు స్థాపించెను.

మోజ్లీ నియమము : ఈతడు తనకు అందుబాటులోఉన్న మూలద్రవ్యములన్నిటియొక్క X - కిరణ వర్ణపటములను అన్వేషించి (చూ. X - కిరణములు - పు. 219) ప్రతి మూలద్రవ్యముయొక్క హ్రస్వతమతరంగ దైర్ఘ్యముగల $K_\alpha$ రేఖయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము, చులకని మూలద్రవ్యముల నుండి బరువైన వాటివైపు క్రమపద్ధతిలో తగ్గుచుండునని కనిపెట్టెను. మూలద్రవ్యముల $K_\alpha$ రేఖయొక్క పౌనఃపున్యము $\left(\nu = \frac{C}{\lambda}\right)$ను లెక్కించుటకు ఒకసమీకరణమును

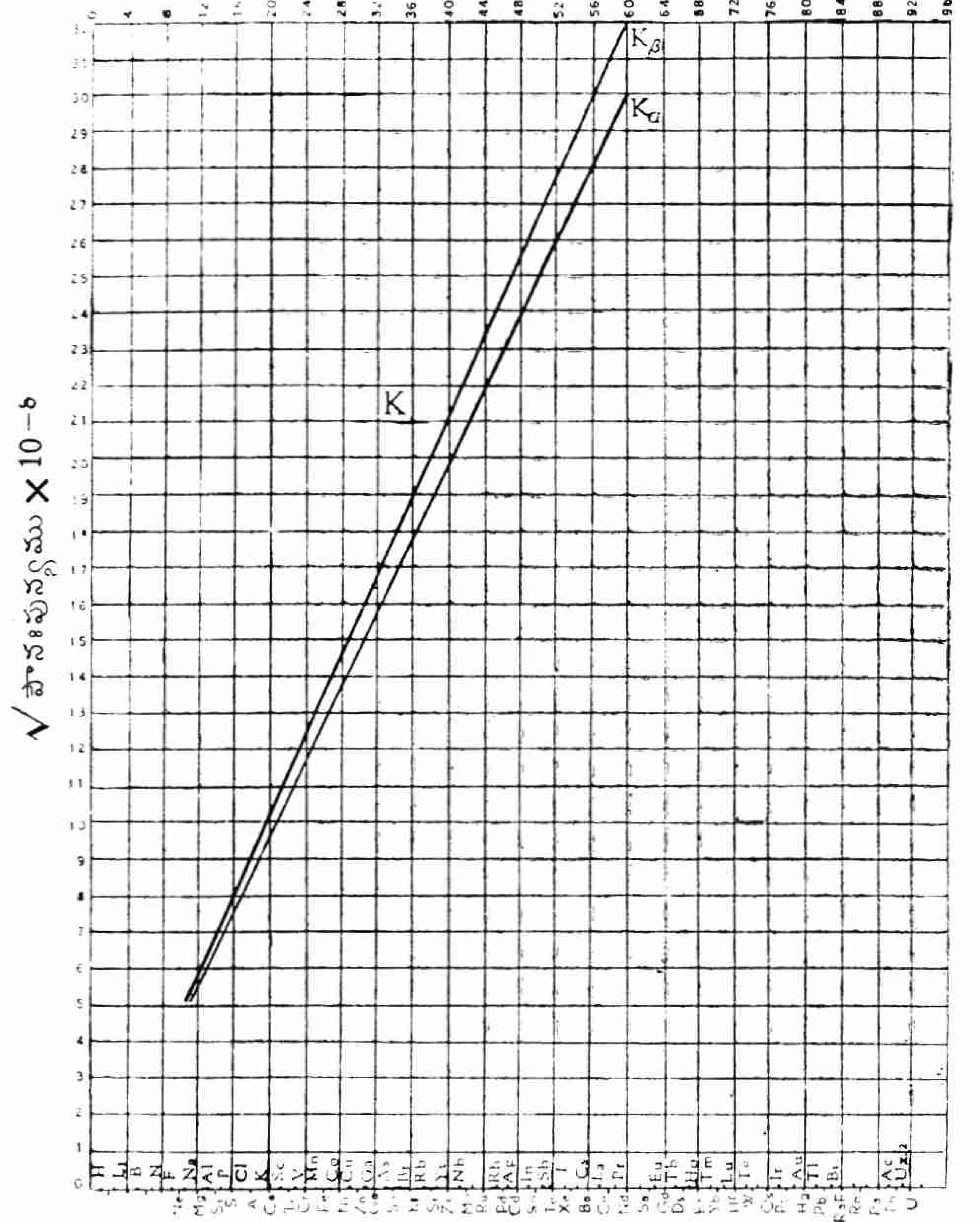
కూడ స్థాపించెను. $\nu = A(N-1)^2$ ఇచ్చట $\nu$ అనునది $K_\alpha$ రేఖయొక్క పౌనఃపున్యము; A అనునది స్థిరాంకము; N అనునది ఒకమూలద్రవ్యమునుండి తరువాతి మూల ద్రవ్యమునకు ఒక్కొక్క అంకెచొప్పున ఎక్కువగుచుండెడి సంఖ్య. ఈసంఖ్య పరమాణ్వంకముతో సమముగా ఉన్నదని గుర్తించబడినది. మోజ్లీ ఇట్లు మొదటిసారి కేవల భౌతిక విధానమును ఉపయోగించి మూలద్రవ్యముల యొక్క పరమాణ్వంకములను నిర్ణయించ కలిగెను. మోజ్లీ విజయమువలన ఆవర్తక్రమమునకు




మోజ్లీ నియమము.

చెందిన రెండుగడ్డు సమస్యలు పరిష్కరింపబడినవి- మొదటిది: పరమాణుభారము క్రమముగా ఎక్కువగుచు సాగవలసిన మూలద్రవ్య క్రమములో టెలురియమ్-అయిడీన్; నికెల్-కోబాల్ట్ మొదలగు జంటల విపర్యస్త పరమాణుభార క్రమము. పరమాణుభారక్రమము తారుమారైనను ఈ మూలద్రవ్యముల పరమాణ్వంకనిశ్చయమువలన ఆవర్త క్రమములో వీటిస్థానము సమర్థింపబడినది.

రెండవది : సిరియమ్‌నుండి ఆవర్తక్రమములో విస్తరించి ఉన్న అపురూపధాతువులు సరిగా ఎన్నిఉన్నవో తెలియక పోవుటచే వేర్వేరు అన్వేషకులు వేర్వేరు అపురూపధాతువులను ఆవిష్కరించితిమని ప్రకటించుచుండిరి. ఇట్లు ఒకపలుబది వరకు మూలద్రవ్యములు ఆవిష్కృతమైనట్లు పేర్కొనబడినవి. అల్యూమినియము యొక్కయు, బంగారము యొక్కయు పరమాణ్వంకములను మోజ్లీ నిర్ణయించి సిరియమ్ తరువాత 14 ధాతువులకన్న ఎక్కువ ఉండుటకు వీలులేదని నిరూపించెను. అంతటితో అపురూప ధాతుఆవిష్కరణ సంరంభము శాంతించి వాటి సంఖ్య పదునాలుగునకే పరిమితమైనది.




మూలద్రవ్యములు

మోజ్లీనియమము :

$K\alpha$ పౌనఃపున్యమునకు, పరమాణ్వంకమునకు గల సంబంధము.

$K_\alpha$ రేఖయొక్క పౌనఃపున్యము పరమాణ్వంక వర్గముతో ఇంచుమించుగా ఋజునిష్పత్తిలో వృద్ధిచెందునను విషయమును ఈ పై రేఖాచిత్రము చూపించుచున్నది. మోజ్లీవిధానమువలన నిర్ణీతమయిన పరమాణ్వంకము పరమాణు కేంద్రముపై ఉన్న ధనవిద్యుదావేశపు యూనిట్ సంఖ్యతో సమానమని ఫాన్‌డెర్ బ్రెక్ 1914 లో సూచించెను. ఈసూచనను తరువాత 1920 లో చాడ్విక్ ప్రయోగపూర్వకముగ కేంద్రక విద్యుదావేశ పరిమాణమును నిర్ణయించి సమర్థించెను.

మెండెలేయఫ్ పట్టికను విస్తరించి ఎక్కువసార్థకతను చూపు పట్టికను ఒక దానిని థామ్సన్, బోర్ అను ఇద్దరు

భౌతికశాస్త్రవేత్తలు రచించిరి (చూ. పరమాణురచన : ఆవర్తక్రమము - పు. 95). హ. ఆ. శే.

**మూలద్రవ్యములు - యౌగికములు :** రాసాయనికపు మార్పులలో సరళద్రవ్యములు సంయుక్త ద్రవ్యములుగా మారినవో, లేదా సంయుక్తద్రవ్యములు సరళద్రవ్యములుగా విడిపోయినవో తెలిసికొనుట ఎట్లు ? వేడిచేసినపుడు రససింధూరము అంతరించి దాని స్థానమున ఒక ధాతుద్రవ్యమగు పాదరసమును, వాయురూపమగు ఆక్సిజన్ యును లభ్యమగుటలో అది రెండు ద్రవ్యములుగ విడిపోయినది కనుక ఫలితద్రవ్యములకన్న రససింధూరము క్లిష్టద్రవ్యమనిగాని, లేదా రససింధూరముకన్న పాదరసము, ఆక్సిజన్ సరళతరద్రవ్యములనిగాని చెప్పవలసి వచ్చును.

ఉదకము యొక్క విద్యుత్ విశ్లేషణప్రయోగమందుకూడ నీటినుండి రెండుద్రవ్యములు ఆక్సిజన్ వాయువు, హైడ్రోజన్ వాయువు జనించుటచే ఉదకము సంయుక్తద్రవ్యమనియు, వాయువులు రెండును సరళద్రవ్యములనియు ఊహించుటకు అవకాశమున్నది. సంయోగమువలన ఈ వాయువుల నుండి నీరుజనించిన ప్రయోగము ఈ ఊహను ధ్రువపరచుచున్నది.

మగ్నీషియమ్ తీగను కాల్చినపుడు మగ్నీషియమ్ చూర్ణముయును మరొక కంటికగపడని వాయురూప ద్రవ్యముయును - ఈ రెండిటిలోనికి మగ్నీషియమ్ధాతువు విడిపోయినదో, లేదా మగ్నీషియమ్ ధాతువు, గాలిలో నున్న కంటికగపడని ద్రవ్యముతో సంయోగించి చూర్ణముగా మారినదో కేవల ప్రయోగ ఫలితములగు ద్రవ్యముల గుణపరీక్షచే తెలిసికొనుట సాధ్యము కాదు.

ఫలిత ద్రవ్యమగు మగ్నీషియా చూర్ణము క్లిష్టతర ద్రవ్యమో లేదా మొదటి ద్రవ్యమగు మగ్నీషియమ్ ధాతువు క్లిష్టతరద్రవ్యమో తేల్చుటకు వాటిని తూచి నిర్ణయించ నగును. మొదటిద్రవ్యములను, ఫలితద్రవ్యములను తూచినప్పుడు ఫలితద్రవ్యములు ఎక్కువ తూగినచో అవియే క్లిష్టతరములనియు, ప్రక్రియ రాసాయనిక సంయోగమనియు, మొదటి ద్రవ్యములు ఎక్కువ తూగినచో అవియే క్లిష్టతరములనియు, ప్రక్రియ రాసాయనిక విశ్లేషణమనియు నిశ్చయముగా చెప్పవచ్చును. మగ్నీషియా చూర్ణము ప్రయోగప్రారంభమున తీసికొన్న మగ్నీషియమ్ తీగకన్న హెచ్చుతూకముకలది గనుక, చూర్ణము సంయుక్తద్రవ్యము, తీగ సరళద్రవ్యము అని చెప్పుటకు అవకాశముఉన్నది. రాసాయనికులు కావించిన అనేక ప్రయోగములలో మగ్నీషియమ్ ధాతువునుండి, మగ్నీషియమ్ కన్న సరళతరమైన ద్రవ్యము బయట పడలేదు కనుక మగ్నీషియమ్ ధాతువును బోయిల్ సూచనను అనుసరించి (చూ. సమీక్ష) మూలద్రవ్యమని చెప్పవలెను. ఇట్లే తులాయంత్రమును ఉపయోగించి పాదరసము, ఆక్సిజన్ అను రెండుద్రవ్యముల రాసాయనిక సంయోగమువలన రససింధూరము ఏర్పడినదని నిర్ణయించవచ్చును. ఇట్లే హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ సమ్మేళనము వలన నీరు జనించినదనికూడ చూపవచ్చును. చివర రెండు ప్రయోగములలో సరళద్రవ్యములని నిరూపించిన పాదరసము, ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ సరళతరద్రవ్యములలోనికి విడదీయుటకు వీలులేదని ప్రయోగము రుజువుచేయుటచే వీటిని మూలద్రవ్యములని చెప్పవలసియున్నది.

మూలద్రవ్యభావము రాసాయనికునికి ప్రధానతమమయినది. ప్రతి మూలద్రవ్యమును కొన్ని విశిష్ట ధర్మముల సమూహమని అతడు భావించును. మూలద్రవ్యములలో కొన్ని భూమిపై మిక్కిలి విరివిగా దొరకును ; కొన్ని చాల అరదుగా కనిపించును. కొన్ని చాల చురుకైనవి ; కొన్ని చాల మందస్వభావము గలవి. నేటికిని నూతన మూలద్రవ్యాన్వేషణ యందు శాస్త్రజ్ఞులు నిమగ్నులై ఉన్నారు. నేటికి (1963) రాసాయనికులు మూలద్రవ్యము లని రూఢపరచినవి 102 ద్రవ్యములు గలవు. మే. వ. స.

**మూలద్రవ్య-సంయుక్తద్రవ్య విభజన:** ద్రవ్యము యొక్క తాత్త్వికస్వభావపరీక్షను తత్త్వశాస్త్రజ్ఞునికివదలి పెట్టి, ప్రయోగప్రధానములగు ప్రకృతిశాస్త్రములు ద్రవ్యమున్నదని అంగీకరించి ద్రవ్యధర్మములను పరిశీలించును. ప్రకృతిశాస్త్రములలో ఒకటియగు భౌతికశాస్త్రము, ద్రవ్యము యొక్కయు, దానియందు మార్పును కలుగజేయుశక్తి యొక్కయు, స్వభావమును చర్చించును. ద్రవ్యము యొక్క సంఘట్టనను, ఒకద్రవ్యము ఇంకొకదానితో కూడినపుడు కలుగు మార్పులను, ద్రవ్యభేదములను రాసాయనికశాస్త్రము పరిశీలించును.

శాస్త్రమెప్పుడును అనుభవమూలము. శతాబ్దముల తరబడి చేకూరినఅనుభవమును శాస్త్రకర్త క్రోడీకరించి కార్యకారణ సంబంధ స్థాపనచే దానిహేతుబద్ధ మొనర్చి శాస్త్రముగా పరిణమింపజేయును.

ప్రత్యేకముగా అనుభూతమైన విషయములను పైని చెప్పినట్లు కార్యకారణ సంబంధ దృక్పథమున సవరించినపుడు ప్రకృతిసంఘటనలకు వర్తించు కొన్ని సాధారణ నియమములను శాస్త్రకర్త స్థాపించగలుగును. ప్రకృతిలో ఈ నియమములు ఉన్నట్లు ఎందుకు గోచరించునో అను విషయమును వివరించుసందర్భమున, శాస్త్రకర్త తన

శాస్త్రమునకు ప్రధానభూతములైన భావములను కొన్నిటిని కల్పించి, ఆభావములనుబట్టి శాస్త్రసిద్ధాంతములను విస్తరింపజేయును. ద్రవ్యము, పరమాణువు, అణువు, శక్తి, బలము, ఉష్ణత, కాంతి, విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము, గురుత్వాకర్షణము మొదలగుభావములు భౌతికశాస్త్రమందు ప్రధానములు. ప్రత్యేకముగా మూలద్రవ్యము, యౌగికము, రాసాయనికపు మార్పు, యోజనీయత, ప్రేరణము మొదలగునవి రాసాయనికశాస్త్రమందు ముఖ్యములు. ఈభావములు శాస్త్రకర్తచేగ్రహింపబడిన స్వచ్ఛంద కల్పనలు. ఈ భావములు సత్యములా, అసత్యములా అను విషయమును శాస్త్రకర్త పరిశీలించడు. వాటి ఉపయోగ్యతానుపయోగ్యతలగురించియే అతడు విమర్శించును. ప్రకృతిసంఘటనలను సరళముగా, సులభముగా, సార్థకముగా శాస్త్రపద్ధతిని సూత్రీకరించుటకు ఏభావములు ఉపయోగించునో ఆభావములను అతడు ఉపయోగ్యములని ఆదరించును; అట్లు పనికిరాని భావములను అనుపయోగ్యములని నిరాకరించును.

ఏదేనిభావము శాస్త్రనిర్మాణమునకు ఉపయోగించునా, లేదా అను విషయము, దానితో సంబంధించిన సిద్ధాంతము, లేదా శాస్త్రకల్పన (హైపోతిసిస్) ను పట్టి ఉండును. ఉదాహరణమునకు, 'సరళద్రవ్యములలోనికి విడదీయుటకు వీలున్నవి, వీలులేనివి అని ద్రవ్యములు రెండువిభాగములుగా ప్రకృతిలో కలవు' అను సిద్ధాంతముయొక్క సామంజస్యమునుపట్టి రాసాయనిక మూలద్రవ్యభావముయొక్క సార్థకత ఉండును. ఈసిద్ధాంతముయొక్క సత్యాసత్యతలను ప్రయోగమే నిర్ణయించవలయును. ప్రయోగము ఒకవేళ పైనినిరూపించిన ద్రవ్యముల సరళ, క్లిష్ట విభజనకు తావియ్యనిచో, మూలద్రవ్యభావము పరాహతమైనదని శాస్త్రకర్త అనడు. దాని శాస్త్రీయ సార్థకత కొరవడినది అనియే చెప్పును. అందువలన ఏశాస్త్రమునందైనను, సిద్ధాంతములతో సంబంధములేని భావములు ఉండవు. ఇట్లు రాసాయనిక శాస్త్రభాగములన్నిటను సిద్ధాంతములు, వాటికి సంబంధించిన భావములు పొడసూపుచుండును. ఇందులో కేవలరాసాయనికఅవేక్షణ, ప్రయోగము ఆధారముగాగలవి కొన్ని - భౌతికప్రయోగము, అవేక్షణ ఆధారముగాగలవి మరికొన్ని కలసియున్నవి. ఉదాహరణమునకు మూల, సంయుక్త (యౌగిక) ద్రవ్యభావములు, ద్రవ్యస్థితిభావము, రూపాంతరతాభావము, రాసాయనికమైత్రీభావము, ఇట్టివి కేవలరాసాయనిక భావములు. పరమాణుభావము - అణుభావము, ఎలక్ట్రాన్ భావము, అయన్ భావము-ఇట్టివి పరమాణుశాస్త్రమునకు చెందిన భౌతికభావములు. ఎంట్రోపి, క్రియాశీలశక్తి మొదలగునవి భౌతికానుభవజన్యమైన శక్తిశాస్త్రమునకు సంబంధించిన భావములు.

పరమాణువులయొక్క వాస్తవికస్థితిని భౌతికశాస్త్రము ప్రయోగపూర్వకముగ రుజువుచేసి, పరమాణురచనాసిద్ధాంతమును ప్రయోగరూఢము గావించినప్పటినుండియు, భౌతికపరమాణువాదమునందలి భావములు, రాసాయనికశాస్త్రపురోభివృద్ధికి మిక్కిలి తోడ్పడినవి. కాని రాసాయనికశాస్త్రభావములనన్నిటిని, పరమాణురచనాసిద్ధాంతదృష్ట్యా సమగ్రముగావివరించుటకు ఇంకను వీలుపడలేదు. రాసాయనికమూలద్రవ్యభావము ఇట్లు భౌతికశాస్త్రదృష్ట్యా కొంతవరకు వివరించబడినప్పటికిని, రాసాయనికమైత్రి, రాసాయనికపు మార్పు, ప్రేరణము మొదలగు రాసాయనికభావములకు ఇంకను భౌతికముగా సమగ్రమైన వివరణ సాధ్యము కాలేదు. మే. వ. న.

**మెండెలివియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 101; సంకేతము Md; పరమాణుభారము 256 (స్థూలరాశి). దీని ఉనికిని ఘియోర్సో కనుగొన్నాడు. * * *

**మెండెలేయఫ్, డ్మిట్రీ ఐవానోవిచ్ (1834-1907):** రష్యా రాసాయనికుడు. సైబీరియాలోని టొబాల్స్క్ జన్మస్థానము. సెంట్ పీటర్స్‌బర్గ్ (నేటి లెనిన్‌గ్రాడ్) నగరమందు విద్యాభ్యాసము. కొన్ని ఉద్యోగములనుచేసి తర్వాత 1866 లో అచ్చటనే రాసాయనిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడైనాడు. ఈ పదవిని అతడు 1890 వరకు ఆక్రమించియుండెను. 1869 తన పేరుతో బరగుచున్న మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమమును ఒకదానిని స్థాపించెను. ఇతడు అదివరకు తెలియని ఏ మూలద్రవ్యముల ఉనికిని గురించిన పూర్వనిర్దేశమును గావించెనో ఆ మూలద్రవ్యములు తరువాత కొద్ది కాలమునకు కనుగొనబడుటచే ఈతని కీర్తి మిన్నుముట్టినది. ఈతడు కకేషియా దేశమందు ఉద్భవించు పెట్రోలియమ్ గురించి, వాయు ద్రవీకరణము విషయమై ప్రధాన పరిశోధనలు గావించెను. మే. వ. న.

**మెట్రిక్ పద్ధతి :** మేయమును కొలుచుటయు, అమేయమును మేయముగా ఒనరించుటయు శాస్త్రలక్ష్యమని ఒకప్పుడు లార్డ్ కెల్విన్ అనినాడు. ఇది కొంత అతిశయోక్తి అయినను మానము (కొలత) విజ్ఞానమునకు ప్రాణము.

భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమందు, ముఖ్యముగ మనము వస్తువుల చలనమును వర్ణించునపుడు కాలమును, దేశమును కొలుచుట ఆవశ్యకము. ఈ రెండు కాక కొలువవలసినది

ఇంకొకటి ఉన్నది. అది వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశి. కాని మనము దేశకాలముతో ప్రారంభించి మానవ్యవహారము ఎట్లు సాగునో చూతము.

తొలిని కాలమును కొలుచు విధానము ఒకటి కావలెను. మన కాలమానము ఒక పగలు, ఒక రాత్రి కలిసి ఏర్పడు రోజుయొక్క వ్యవధిపై ఆధారపడి ఉన్నది.

పగలు, రాత్రి కాలములు స్థిరములు కాకపోయినను, వీటికి కారణమగు భూపరిభ్రమణము స్థిరముగా ఉండునని అనుకొనవచ్చును. దీనికికూడ ఒక చిక్కు కలదు. సముద్రపు పాటు పోటులమూలమున అగునీటి ఘర్షణవలన, భూపరిభ్రమణము మెల్లగా మందగిల్లుచున్నదని ఖగోళజ్ఞులు చూపియున్నారు. అయిననూ మన కొలత పనులకెల్ల అహః ప్రమాణము సంపూర్ణ స్థిరరాశి అని అనుకొనవచ్చును.

ఒక రోజును 24 గంటలుగను, 1 గంటను 60 నిమిషములుగను, ఒక నిమిషమును 60 సెకనులుగను విభాగించి వ్యవహరించుచున్నాము.

సెకను విషయమై ప్రపంచమందెల్లెడల విజ్ఞులకు గల అభిప్రాయ ఐక్యము తక్కిన దేశభారముల మాన ప్రమాణములపట్ల గోచరించుచు ఉండినచో విజ్ఞానలోకమునకు శ్రమలేకుండ ఉండెడిది; అట్లు జరుగలేదు.

ప్రతిదేశము ఒక ప్రత్యేక మానపద్ధతిని అవలంబించినది. శాస్త్రజ్ఞానము పెంపొంది జాతులు సన్నిహితములై పరస్పర లౌకిక వైజ్ఞానిక వ్యవహారమునకు దొరకొనినపుడు ఈ అస్తవ్యస్త మానపద్ధత్యవస్థ శాస్త్రపురోభివృద్ధికి కొంత ప్రతిబంధకముగా ఆచరించినది. ఈ మానపద్ధతి విషమరూపతను తొలగించుటకు ఫ్రెంచ్ విజ్ఞులు తొలిని పొడవుల కొలతకు ఒక సహజ స్థిర ప్రమాణమును సూచించిరి. ఈ పనికై వారు భూమియొక్క యామ్యోత్తర రేఖను నాలుగు భాగములుగా భాగించి, దాని పాద మందలి 1/10,000,000 భాగము పొడవుల కొలతకు ప్రమాణముగా తీసికొనిరి. ఈ పొడవుగల ఒక ప్లాటినమ్ కడ్డీపై రెండు సూక్ష్మరేఖల పొందుపరచి, వాటి మధ్యప్రదేశమునకు 'మీటరు' అని పేరిడిరి. తరువాత ప్లాటినమ్ కన్న తాపక్రమముయందలి భేదములకు తక్కువ మార్పును చూపు ప్లాటినమ్ ఇరిడియమ్ ధాతుమిశ్రమును ఈ శలాక నిర్మాణమునందు ఉపయోగించిరి. అట్టి శలాక ప్యారిస్ నగరపు ఉపనగరములలో ఒకటి అగు సెవర్స్‌లో శుభ్రపరిస్థితుల 0° C వద్ద నేటికిని సంరక్షింపబడుచున్నది. దీని నుండియే లోకమందు గల మీటరు బద్దలన్నియు నిర్మించబడినవి.

తరువాత 1927లో మానముల భారముల అంతర్జాతీయ సమితివారు యామ్యోత్తర రేఖ కొలచుట యందు ప్రాయోగిక ప్రమాదమును శంకించి అంతకన్న కచ్చితము, సులభ్యము కొలచుటకు వీలైన ప్రమాణమును నిర్మించిరి. అది కాడ్మియమ్ ధాతువర్ణమాల యందలి ఎరుపుగీతల తరంగదైర్ఘ్యము ఇది ఎప్పుడును మార్పునకు లోబడకుండుటచే, దీనికిని, మీటరు శలాకకును మాన సంబంధమును కల్పించి, స్థిరప్రమాణమును కల్పించితిమి అని విజ్ఞులు విశ్వసించిరి.

ఇటీవల భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు కాడ్మియమ్ వర్ణమాలకన్న సులభప్రయోగ సాధ్యము విరళతర రేఖాసంపన్నము అగు క్రిప్టాన్ వర్ణమాలనుండి ఎర్రరేఖను ఎన్నుకొని దాని తరంగదైర్ఘ్యమును 'మీటరు' మానమునకు సహజ ఆధారముగ గ్రహించిరి.

నేడు నాగరిక ప్రపంచమంతట మెట్రిక్‌మాన పద్ధతికి విజ్ఞానుల ఆమోదము లభ్యమగుట చాల ముదావహ విషయము. ఇందు తక్కిన కొలతల (భార, ద్రవ్యరాశుల) కన్నిటికి మీటరు మానదండముతో సంబంధము కల్పింపబడినది. దీని సౌకర్యమేమన ఒక వస్తువు బరువు, ఘన పరిమాణము ద్రవ్యరాశి ఈ వేరు వేరు కొలతలన్నియు పరస్పర సంబద్ధములగుటచే లెక్కలు సుకరములగును.

మీటరు దండ నిర్మాణము మెట్రిక్ పద్ధతి స్థాపనకు ప్రథమ సోపానము. ఈ మీటరును దాశమిక పద్ధతిని సమ విభాగముచేసి : మీటరు, డెసీమీటరు (మీటరులో 1/10 వ వంతు), సెంటీమీటరు (మీటరులో 1/100 వ వంతు) కల్పించి భిన్నాంశములను; మీటరు కొలతను మరల దాశమిక క్రమమున గుణించి డెకామీటరు (10 మీటరులు), హెక్టామీటరు (100 మీటరులు), కిలోమీటరు (1000 మీటరులు) అను పెద్ద కొలతలను నెలకొల్పిరి.

ఈ మీటరు కొలతను ఆశ్రయించి ద్రవ్యరాశి కొలతకు మాన యూనిట్‌ను కల్పించి దానికి 'గ్రాము' అని పేరిడిరి. ఒకఘన సెంటీమీటరు జలముయొక్క భారము (4°C వద్ద) గ్రాము అని తీసికొనిరి. ఈ గ్రామునుకూడ దాశమిక పద్ధతిని భాగించి, డెసీ-సెంటీ-మిల్లీ గ్రాము మొదలగు భిన్న రాశులకు, దానిని అట్లే గుణించి డెకా - హెక్టా - కిలో గ్రాములను గుణిజరాశులను కల్పించిరి.

కాలమును, పొడవును, ద్రవ్యరాశిని కొలుచు ఈ పద్ధతికి సి. జి. ఎస్. పద్ధతి అనిపేరు. (ఇచ్చట సి = సెంటీమీటరు ; జి = గ్రాము ; ఎస్ = సెకను).

ఇటీవల లీటరు (అనగా 1000 ఘనసెంటీ మీటరులు) నీటిద్రవ్యరాశిని, కిలోగ్రామును మానముగా తీసికొని కొలతమానముగా మీటరును గ్రహించి, కొంచెము భిన్నమైన ఎమ్. కె. ఎస్. (మీటరు, కిలోగ్రాము, సెకను) పద్ధ

తిని యాంత్రికశాస్త్రమందు పెద్ద మొత్తముల కొలుచుటకై శాస్త్రలోకమున విజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. ఈ రెండును శాస్త్రలోకమున ప్రక్కప్రక్కల వాడుకలో ఉన్నవి.

ఒకసారి పొడవు, ద్రవ్యరాశి, కాలము-వీటి యూనిట్ ప్రమాణములను ఎన్నుకొనిన తరువాత న్యూటన్ రెండవ గతినియమమును ($F = m\alpha$) ఆశ్రయించి బలము మొదలగు ఉత్పన్న రాశులను ద్రవ్యరాశి, త్వరణయూనిట్ లలో నిర్వచించ వచ్చును; క్రింది పట్టిక చూడుడు :

| రాశి | నిర్వచనము | ఎమ్. కె. ఎస్. పద్ధతి | సి. జి. ఎస్. పద్ధతి |
|---|---|---|---|
| పొడవు (L) | ఆధార మానము | M | Cm |
| ద్రవ్యరాశి (m) | ఆధార మానము | Kg | g |
| కాలము (t) | ఆధార మానము | సెకను | సెకను |
| వేగము (v) | $v = L/t$ | M/సెకను | Cm/సెకను |
| త్వరణము ($\alpha$) | $\alpha = v/t$ | M/(సెకను)$^2$ | Cm/(సెకను)$^2$ |
| బలము (F) | $F = m\alpha$ | 1 న్యూటన్ = Kg. M/(సెకను)$^2$ | 1 డైన్ = 1 g. Cm/(సెకను)$^2$ |
| పని (W) | $W = FL$ | 1 జౌల్ = 1 న్యూటన్ × M | 1 అర్గ్ = 1 డైన్ × Cm |
| సామర్థ్యము (P) | $P = W/t$ | 1 వాట్ = 1 జౌల్/సెకను | అర్గ్/సెకను |
| గతిభారము (P) | $P = mv$ | KgM/సెకను | gCm/సెకను |

M = మీటరు ; Kg = కిలోగ్రాము ; v = వేగము.

మే. వ. స.

**మెరుపు** : ఎక్కువ పరిమాణము గల విద్యుచ్ఛక్తి తక్కువ ఆయతనములోనికి కేంద్రీకృతమైనప్పుడు దానిని పరివేష్టించి ఉన్న ప్రదేశము ఒకవిధమైన తన్యత (టెన్షన్) ను ఆర్జించును. ఈ తన్యతకే శక్మ (చూ. శక్మ) అని పేరు. అట్టి రెండు పరస్పర విరుద్ధములగు శక్మలను కొంత వరకు దగ్గరగా చేర్చినపుడు వాటిమధ్య నొక విద్యుత్ స్ఫులింగము ఆవిర్భవించును. రెండు ఆవేశములకు మధ్య గల తన్యతను శక్మవ్యత్యాసమని పేర్కొందురు. ఒక మేఘము నుండి మరియొక మేఘమునకు, లేదా, మేఘము నుండి భూతలమునకు సాధారణముగా దాటు మెరుపులు ఇట్టి పరస్పర విరుద్ధ స్వభావముగల విద్యుత్ కేంద్రీకరణములే. ప్రయోగశాలలో సాగిన పరిశోధనల వలన గాలిలో 1 సెం. మీ. దూరమునగల రెండువస్తువుల మధ్యగా విద్యుత్స్ఫులింగము ప్రసరించుటకు 30,000 వోల్టుల శక్మ ఆవశ్యకమని వ్యక్తమైనది. దీనినిబట్టి లెక్కకట్టగా, మేఘమునుండి భూతలమునకు మెరుపు ప్రసరించుటకు 100,00,00,000 వోల్టుల శ్రేణిలోనున్న శక్మవ్యత్యాసము ఆవశ్యకమని తేలును. ఉరుము మబ్బులలో ఆ మబ్బుల లోని నీటికణములతో పైకి, క్రిందికి వీచు ప్రబలవాయు ప్రవాహములు సంఘర్షణచెందుటవలననే అట్టి తీక్ష్ణవిద్యుత్ క్షేత్రములు జనించుచున్నవి. ఇట్టి ప్రబలవాయుప్రవాహములు ఆ మబ్బులయొక్క సహజలక్షణములు.

1 వ పటములో ఉరుము మేఘముయొక్క ఛాయాచిత్రము పొందుపరుపబడినది. అట్టి మేఘములో వాయు ప్రవాహములు, విద్యుదావేశముల పంపకము ఎట్లున్నదో చూడనగును. తీక్ష్ణఊర్ధ్వవాయు ప్రవాహములు ముఖ్యముగా B అనే సంకుచితమండలమునకే పరిమితమై ఉన్నవి. ఒక్కసారిగా పైకి ఉబికిన గాలి ఈ మండలమునందున్న పెద్దనీటిబిందువులను బహుళసంఖ్యాకములయిన చిన్ననీటి



1 వ పటము : ఉరుము మేఘము.

బిందువులుగ విచ్ఛిన్న మొనర్చును. తత్ఫలితముగ ఈచిన్న నీటిబిందువులు ధనవిద్యుదావేశమును, ఆ గాలులు ఋణ విద్యుదావేశమును పొందును. ఈ ఋణవిద్యుదావేశమును B మండలమున కావల A మండలములోనున్న నీటిబిందువులు గ్రహించును. ఈరీతిగా తన విద్యుదావేశమును

కోల్పోయిన వాయుప్రవాహము క్రిందికి దిగును. విచ్ఛిన్నమైన ఆ నీటిబిందువులు తిరిగి సంయోగమును పొంది పెద్ద బిందువులుగా రూపొందును. ఆ పెద్ద బిందువులు తిరిగి ఒక్కసారిగా పైకి ఉబికిన గాలిచే విచ్ఛిన్నము నొందును. ఈ ప్రక్రియ కొన్ని సారులు జరుగు సరికి B మండలము ధనవిద్యుదావేశ పూరితములైన నీటి బిందువులతోను, ఆ మండలమునకు ఆవలనున్న మండలము ఋణవిద్యుదావేశ పూరితములైన నీటి బిందువులతోను నిండును. అందుచే మెరుపు B నుండి A కు లేదా B నుండి ఋణవిద్యుదావేశితమైన భూతలమునకు ప్రవహించగలదు.

మెరుపులోని విద్యుత్పరిమాణము: నిర్దిష్ట పరిమాణములుగల రాగి కడ్డీలకు తటిదుత్సర్గమును సంక్రమింపజేసి వాటిపై మెరుపు ఫలితమును పరిశీలించి తన్మూలముగా వాటి తాపక్రమమును ఎంతవరకు వృద్ధిచెందినదో కనుగొనగలము. ఈ ఫలితముల వలన 1,00,000 ఆంపియర్ల శ్రేణిలోఉన్న విద్యుత్ ప్రవాహము ఆ కడ్డీలగుండా ప్రవహించినదని, అయితే అది సెకనులో అత్యల్పమైన భాగ



2 వ పటము : భూపతనమగుచున్న మెరుపు

ములో మాత్రమే ప్రవహించినదని వ్యక్తమైనది. మెరుపునందు జనించు విద్యుచ్ఛక్తి పరిమాణము చాల హెచ్చని పై విషయము వలన స్ఫురించును. కాని చిన్న లెక్కచేసి చూచినచో 220 వోల్టుల శక్మతో పనిచేయు 40 వాట్టుల దీపమును ఒకగంట కాలము అది వెలిగించి ఉంచలేదని తెల్లమగును. మెరుపు ప్రదర్శించు దృశ్యముల కమనీయత సాపేక్షముగా తక్కువ ఆయతనములో విద్యుదావేశము కేంద్రీకరించి ఉండుట వలననే సంభవించుచున్నది.

ఉరుము: మెరుపుయొక్క స్ఫులింగముల వలన ఆ పరిసరవాతావరణ తాపక్రమము ఇంచుమించు 30,000° C వరకు అనగా, సూర్యుని ఉపరితలతాపక్రమమునకు అయిదు రెట్లగు వరకు వృద్ధిచెందును. ఈ అధికతాపక్రమాభివృద్ధిచే ఆ గాలులు ఉద్వేగముతో వ్యాకోచముపొంది ప్రక్కనున్న చల్లనిగాలులతో సంఘర్షించును. ఈ సంఘర్షణ వలన గాలిలో ప్రబలతరంగములు ఏర్పడును; ఇవియే ధ్వనిగా వినబడును.

మెరుపు వలన ప్రమాదములు: మెరుపుయొక్క ఉత్స్ఫోటన ఫలితముగ ఎత్తైన కట్టడములు బ్రద్దలగుట, చెట్లు పడిపోవుట మున్నగు సంఘటనలు సంభవించుట అందరు గ్రహించియే ఉందురు. ఆ వస్తువులు మెరుపుచే విధ్వంసము అగుటకు కారణము: మెరుపుతో ప్రవహించు అధిక పరిమాణము గల విద్యుత్ ప్రవాహములను త్వరగా వాహకము ఒనర్చు సామర్థ్యమును ఆ వస్తువులు కలిగియుండకపోవుటయే. అందుచే మెరుపునుండి భవనములను, పెద్దపెద్ద విద్యుత్ నిర్మాణములను కాపాడుటకై భవనముయొక్క చిట్టచివరకు చేరునంతటి పొడవుగల దళమైన రాగికడ్డీలను భవనమున ఉచితమగు కొన్నితావులందు నిలువుగా భూమిలో పాతిఉంచుదురు. రాగి మంచి విద్యుద్వాహకము, కాన మెరుపులవలన జనించిన ఆ అధికమైన విద్యుత్తులో చాలభాగమును రాగికడ్డీలు భూమిలోనికి ప్రవహింపజేసి మెరుపులనుండి భవనములను కాపాడును.

మెరుపు వలన లాభములు: నీటి బిందువులుగల వాతావరణముగుండా మెరుపుప్రవహించినపుడు వాతావరణములోని ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, నీరు-వీటిమధ్య జరిగిన రాసాయనిక ప్రక్రియఫలితముగా నైట్రిక్ ఆసిడ్, అమోనియా ఏర్పడును. ఈ రాసాయనికయౌగికములు నేలనున్న మన్నుతోకలిసి అమూల్యమైన దోహదములుగా వ్యవహరించు ద్రావణీభూత లవణములను పెక్కింటిని భూమిపై జనింపజేయును. అందుచేత భూమిని సారవంతముగా ఒనర్చుటకు మెరుపుతో కూడుకొనిన వర్షము ఎక్కువగా ఉపయుక్తము కాగలదు. ఎస్. రా. రా.

మైకేల్సన్, ఆల్బర్ట్ (1852 - 1931): యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని; మొదట 'అమెరికన్ నేవల్ ఎకా

డమీ ' వారి విద్యాసంస్థలోను, తరువాత బెర్లిన్, హైడెల్ బర్గ్, ప్యారిస్ నగరములలోను విద్యను సాగించి, 1892 లో చికాగో యూనివర్సిటీయందు ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. కాంతి వేగమును గురించి శాస్త్రనిశితములు, ప్రామాణికములు అయిన ప్రయోగములను కావించి, మార్లీతోపాటు ఈతర్ స్థితిని నిరూపించుటకై సుప్రసిద్ధ ప్రయోగమును 1677 లో కావించెను. ఈయన మిథో ఘట్టన మాపకము ఒకదానిని నూతనముగా నిర్మించెను. వర్ణమాలలోని రేఖలు 300°C దగ్గర విపులమగునని కనుగొనెను. ఈయన 1907 లో నోబెల్ బహుమతిని పడసెను. కె. ఎస్. ల.

**మైకేల్సన్ - మార్లీ ప్రయోగము** : చూ. ఈతర్ - పు. 213.

**మొలిబ్డినమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూల ద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 42; సంకేతము Mo ; పరమాణు భారము 95·95 ; విశిష్టగురుత్వము 10·2 ; ద్రవాంకము 2620°C ; క్వథనాంకము సుమారు 4700°C. మొలిబ్డినమ్ యొక్క. ముఖ్యఖనిజము మొలిబ్డినమ్ గ్లాన్స అను మొలిబ్డినమ్ సల్ఫైడ్ ($MoS_2$). మొలిబ్డినమ్ యౌగికములలో నీటితో మొలిబ్డిక్ ఆసిడ్‌ను ఇచ్చు మొలిబ్డినమ్ ట్రైఆక్సైడ్ ($MoO_3$) చాల ప్రధానమైనది. మొలిబ్డిక్ ఆసిడ్ యొక్క అమోనియమ్ లవణము [$(NH_4)_2MoO_4$] ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌తో, మిక్కిలి అద్రావ్యమగు పసుపుపచ్చ రంగు అవక్షేపమును ఇచ్చును. ఇది ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్‌ను గుర్తించుటకు సాధనము. ఈ అవక్షేపముయొక్క రాసాయనికఘట్టనమును క్రింది సాంకేతికము తెలియజేయును. [$(NH_4)_3PO_4$, $12MoO_3$ $6H_2O$] (చూ. క్రోమియమ్ వర్గము-పు. 308.). మే. వ. న.

**మౌలిక ద్రవ్యకణములు** : మానవబుద్ధి ఏకత్వ పక్షపాతి. దృశ్యప్రపంచనానాత్వమును ఏ కొద్ది సంఖ్య పదార్థములనో అది స్వీకరించి వివరించ యత్నించును. ప్రాచీనగ్రీస్, భారతీయ నాగరికతల మౌలిక ద్రవ్యైకత్వ సిద్ధాంతములు ఈ యత్నపరిధిలోనివే. ఈ సిద్ధాంతములు కేవలము ఊహ నాశ్రయించి కల్పితములు.

యూరప్ ఖండమునందు విజ్ఞానము ప్రయోగ మార్గమును అవలంబించిన కాలమునుండి భౌతిక ద్రవ్య నానాత్వము రాసాయనిక విశ్లేషణకు విషయమై 19 వ శతాబ్దమంతమగుసరికి భౌతిక ద్రవ్య సామస్త్యమంతయు ఇంచుమించు 92 మూలద్రవ్యములచే ఘటితమని గుర్తించబడినది ; కాని 92 చాల పెద్దసంఖ్య. విజ్ఞానుల ఏకత్వ ప్రవణమగు దార్శనిక దృష్టికి ఈ సంఖ్యా బాహుళ్యము సమంజసమని తోచలేదు. అందువలన మరల ప్రాచీన విజ్ఞానయుగపునాటి మూలద్రవ్య సంఖ్యాన్యూనీకరణ యత్నములు ప్రారంభింపబడినవి : ఇంతేకాదు. ప్రపంచ ప్రవర్తనకు కారణభూతమగు శక్తిరూపముల సంఖ్యకూడ న్యూనీకరణమునకు గురియైనది. చలనశక్తియు, గురుత్వాకర్షణ బలముగాక తక్కిన శక్తిరూపములు అన్నియు అనగా తాపము, కాంతి, రాసాయనికశక్తి మౌలికముగా విద్యుచ్ఛక్తిరూపములేనని ఊహించబడినది.

ఈ శతాబ్దపు ప్రారంభదశలో ఐన్‌స్టయిన్ ఇంతకన్న గంభీరమైన సంయోజనకు కడంగినాడు. ఇదివరకు పరస్పర విజాతీయములని ఎన్నబడుచుండెడి ద్రవ్యము, శక్తి అనురూపములు పరస్పర పరివర్తనీయములనియు, ఈ రెండును ఒకే ప్రాథమిక వస్తువుయొక్క భిన్నావతారములనియు ఐన్‌స్టయిన్ ప్రతిపాదించెను. ఈ ప్రతిపాదన చాల మహత్త్వము కలిగినదియైనను ఇంతకన్న మహత్తరమైనది అతడీ పర్యవసానమునకు చేరిన హేతు విచార విధానము. దిక్కు, కాలము గురించిన తన అభ్యుపగత భావములను అండగాగొని ఈతడు గ్రహించిన తార్కికచింతన రీతి తరువాత మూలద్రవ్యకణ సిద్ధాంతరచనకు ఆధారమైనది.

జె. జె. తామ్సన్ 'ఎలక్ట్రాన్ ' ఆవిష్కరణతో (1897) మూలద్రవ్యకణముల అన్వేషణ ప్రారంభించినది. తరువాతి కణము రూతర్‌ఫర్డుచే 1911లో ఆవిష్కరించబడిన 'ప్రోటాన్'- ఈ రెండింటి ఆవిష్కరణలతో పై జెప్పిన 92 మూలద్రవ్యములును ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్ అను ఈ రెండు ఘటకముల సమ్మేళనములేనని అనుకొనుటలో మూలద్రవ్య కణాన్వేషణ ముగిసినదను ఊహకు త్రోవతీసినది. కాంతి ప్రవర్తనను గురించి ప్లాంక్ చేతను, ఐన్‌స్టయిన్ చేతను గావింపబడిన కూలంకష పరిశీలనలు 'ఫోటాన్ ' అను మరియొక మూలకణమును ఈ శ్రేణికి చేర్చినవి. ఇది ద్రవ్య కణము కాదు ; శక్తి కణము.

తరువాత వెలుగుచూచిన ద్రవ్యకణము 'న్యూట్రాన్ '; పరమాణుకేంద్రక స్థైర్య వివరణకై న్యూట్రాన్ రూతర్‌ఫర్డుచే ఆకాంక్షించబడి, చాడ్విక్‌చే (1932) ఆవిష్కరింపబడినది.

ఇంచుమించు న్యూట్రాన్ ఆవిష్కరింపబడిన కాలమందే 'పోజిట్రాన్ ' అను ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను పోలినకణము ఆండర్సన్‌చే విశ్వకిరణ సంపాతమందు గుర్తించబడినది. మౌలికవిద్యుత్ ధర్మములు విద్యుదావేశ విషయమై సౌష్ఠవ స్థితిసూచకములై ఉన్నప్పుడు ప్రోటాన్‌లు ఎప్పుడును ధన విద్యుదావిష్టములుగను, ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎప్పుడును ఋణ విద్యుదావిష్టములుగను ఉండుటకు కారణమేమి అనుప్రశ్న

భౌతికశాస్త్రజ్ఞులకు తరచుగ తట్టుచుండెడిది. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానముగ ఎలక్ట్రాన్ గురించిన క్వాంటం సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిన డిరాక్ ధనావిష్ట ఎలక్ట్రాన్‌లు సాధ్యసంభవములని సిద్ధాంత దృష్టిలో నిరూపించెను. ఈ ఆకాంక్షిత కణమే పాజిట్రాన్. పాజిట్రాన్ ఆవిష్కరించబడిన వెంటనే పై చెప్పిన విద్యుత్ ధర్మమును సౌష్ఠవస్థితి భావమును అనుసరించి ప్రోటాన్‌కు ప్రతియోగియగు 'ఆంటీప్రోటాన్' కూడ ఉండవలసినట్లు ఊహించబడినది. దీని అన్వేషణకై



పాజిట్రాన్

ఆక్సిలరేటర్ (విద్యుదావిష్టకణత్వరక) ఒకటి బెర్క్‌లీ లో నిర్మించబడినది; ఆంటీప్రోటాన్ అన్వేషణ సఫలమైనది. ఈ పరికరమందే ఆంటీన్యూట్రాన్‌లు కూడ గుర్తించబడినవి. విద్యుదావేశమును ఎరుంగని న్యూట్రాన్‌కు ప్రతియోగి కణముండుట ఆశ్చర్యసంఘటనయే. ఈ ప్రతియోగితకు కారణము: న్యూట్రాన్ ఒక చిన్న అయస్కాంతము. అది భూమివలె దాని అయస్కాంత అక్షముపై భ్రమించుచుండును. ఆంటీన్యూట్రాన్‌లో విద్యుత్ ధర్మములేగాక అయస్కాంత ధర్మములుకూడ వ్యత్యస్తములైనవి. అందువలన న్యూట్రాన్, ఆంటీన్యూట్రాన్ - రెండును, ఒకే దిశలో భ్రమించుచున్నను, వాటి అయస్కాంత అక్షములు విరుద్ధదిశలను చూపించును. అందువలన ఈ రెండును భిన్న ధర్మములు కలిగినవైనవి.

ఇప్పటికి ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, ఆంటీప్రోటాన్, న్యూట్రాన్, ఆంటీన్యూట్రాన్, పాజిట్రాన్ అను ఆరు కణములు లెక్కకు వచ్చినవి. విద్యుదయస్కాంత వికిరణపు యూనిట్ అగు ఫోటాన్ ఏడవది.

తరువాత వెలుగు చూచినది 'న్యూట్రినో' రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములనుండి ఉద్గతమగు బీటాకిరణముల గురించిన సమస్య ఒకటి ప్రాదుర్భవించినది. ఈ బీటాకిరణములు కొన్ని పరమాణుకేంద్రక ప్రాకారమునుండి కేంద్రక ప్రభవమగు శక్తిచే బహిఃప్రక్షిప్తములు. మరికొన్ని కేంద్రకమునుండియే న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్‌గా మారు ప్రక్రియలో ఆవిర్భవించునవి. కేంద్రకమునుండి ఇవి ఎంత రాశిశక్తితో ఉద్గతము కావలెనో లెక్కించుటకు వీలున్నది. కాని అవి శాస్త్రముచే ఆకాంక్షించబడిన సంపూర్ణశక్తితో బయటకు నెట్టబడుటలేదు. అందువలన ఈ బీటా వినిమయములలో ఎచ్చటనో ఈశక్తిలో కొంత విలుప్తమగుచున్నట్లు ఊహించవలసి వచ్చినది. ప్రత్యవేక్షణ విషయమైన ఎలక్ట్రాన్ గాక ప్రత్యవేక్షణకు దొరకని ఇంకొక కణరూపముకలదని పౌలీ ఊహించినాడు. ఈ లుప్తమైన శక్తిని దొంగిలించుకొని పోవుచున్న కణమును గ్రహించుటకు దాని త్రోవలో ఉంచబడిన సీసపు పలకలనన్నిటిని ఇది దూసికొని పోవుచుండుటచే ఇది విద్యుదావేశములేని కణము అని భావించవలసి వచ్చినది. దీనికి న్యూట్రినో (పిల్లన్యూట్రాన్) అను పేరు పెట్టిరి. మొదట ఊహగనే సూచించబడిన ఈ కణము యొక్క ఉనికి 1956 లో రుజువు చేయబడినది. మరల పై చెప్పిన సౌష్ఠవధర్మమును అనుసరించి ఆంటీన్యూట్రినోలు ఉండవలసినట్లు ఊహించబడినది.

విద్యుత్ క్షేత్రమందు రెండు విరుద్ధావిష్టకణములను కూడ గట్టిఉంచుటకు ఆ రెండు విరుద్ధ విద్యుదావిష్టకణముల మధ్యఫోటాన్ వినిమయము కారణమగునట్లు, విద్యుదావిష్ట కణముకాని న్యూట్రాన్‌ను విద్యుదావిష్టమైన ప్రోటాన్‌తో బంధించునది ఒక వింత కణము ఉండవలెనని యూకావా (1935) ఊహించి, దీనికి 'మీసాన్' అని పేరిడెను.

ఈ యూకావా కణము తరువాత 1947 లో విశ్వకిరణములందు గుర్తింపబడినది (చూ. విశ్వకిరణములు). ఇవి ఇప్పుడు '$\pi$ మీసాన్'లు లేదా 'పైయాన్' లని పిలువబడుచున్నవి. ఇవి చాల అస్థిరకణములు; అవి న్యూట్రినో క్రింద, '$\mu$ - మీసాన్', లేదా 'మ్యూఆన్' అను కణము క్రింద విడిపోవును. మ్యూఆన్‌లు పైయాన్‌లకన్న చులకనైనవి. పైయాన్‌లు, మ్యూఆన్‌లు ధనావిష్టములు, ఋణావిష్టములు కూడ కలవు. ఇవి పరస్పర ప్రతియోగి కణములు. కొనకు 'తటస్థ పైయాన్' కూడ కలదు. ఇది రెండు ఫోటాన్‌ల క్రింద విడిపోవును. ఫోటాన్‌నకు ఫోటాన్ యే ప్రతియోగికణము. ఏలన ఫోటాన్ ప్రవృత్తి క్షేత్రములగు విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రములు అన్నియు వ్యత్యస్తములు గావించబడినపుడుకూడ ఫోటాన్ ధర్మము మారదు.

ఇప్పటికి 14 కణముల లెక్కించితిమి: ఎలక్ట్రాన్, ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్, మ్యూఆన్, న్యూట్రినో, (వీటిలో ప్రతి దానికి ప్రతియోగికణము కలదు). ఫోటాన్, ధన, తటస్థ, ఋణపైయాన్‌లు ఇవిగాక మరి 16 కణములు వింతకణములని* పేరు గన్నవి కలవు. వీటి లక్షణములు క్రింద పట్టికయందు సంగ్రహించబడినవి. ఈ కణములన్నిటి సామాన్యలక్షణము వాటి ఉనికి విశ్వకిరణప్రసారమందు గుర్తించబడుట. అన్నియు కలసి 1963 నాటికి 30 కణములు పేర్కొనబడినవి.

భావమును ప్రవేశపెట్టినాడు. దేశకాలసమ్మేళనను సాపేక్షతా సిద్ధాంతము బోధించినట్లు, అవిరత బహురూపము కాదనియు, మనము ప్రయోగ నిర్వహణమందు అలవాటు పడిన దైర్ఘ్యప్రమాణములు అన్నిటికన్న చాల చిన్నది అగు మౌలిక దైర్ఘ్యప్రమాణము కలదనియు, ఈ మౌలిక పరిమాణముకన్న చిన్నదూరములకు లోపున భౌతికమాన క్రియలు భావనకు కూడ అసాధ్యములు అనియెడి ఊహ.

హైజన్‌బర్గ్ యత్నము ఆంశికముగ ఫలప్రాపకమైనది. నేడు మౌలికతకు తృప్తికరమగు నిర్ణాయకము మనకు

| | పేరు | చిహ్నము | ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి యూనిట్ లలో కణద్రవ్యరాశి | భ్రమణము | సమస్థానీయ భ్రమణము | మధ్యమాన జీవిత వ్యవధి (సెకనులలో) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ఫోటాన్‌లు | ఫోటాన్ | $\gamma$ | 0 | 1 | | స్థిరము (అక్షయము) |
| లెప్టాన్‌లు చులకనైనవి | న్యూట్రినో<br>ఎలక్ట్రాన్<br>$\mu$ – మీసాన్ | $\nu$ $\bar{\nu}$<br>$e-$ $e+$<br>$\mu-$ $\mu+$ | 0<br>1<br>207 | $\frac{1}{2}$ | | స్థిరము<br>స్థిరము<br>$2 \times 20 \times 10^{-6}$ |
| భారయుత బోసాన్‌లు (బోస్–ఐన్‌స్టయిన్ సాంఖ్యకమును అనుసరించినవి) | $\pi$–మీసాన్‌లు (పైయాన్‌లు) | $\pi^0$<br>$\pi+$ $\pi$ | 264<br>273 | | 1<br>1 | $< 4 \times 10^{-16}$<br>$2{\cdot}56 \times 10^{-8}$ |
| | + K మీసాన్‌లు | $K+$ $K-$<br>$K^0$ $\bar{K}^0$ | 967<br>974 | 0<br>0 | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | $1{\cdot}22 \times 10^{-8}$<br>$1{\cdot}00 \times 10^{-7}$<br>$\sim 10^{-7}$ |
| బేర్‌యాన్‌లు మిక్కిలి భారయుతములు | న్యూక్లియాన్‌లు | $p$ $\bar{p}$<br>$n$ $\bar{n}$ | 1836<br>1839 | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | స్థిరము<br>$1{\cdot}04 \times 10^3$ |
| | $\lambda$ హైపెరాన్‌లు | $\Lambda^0$ $\Lambda^{-0}$ | 2183 | $\frac{1}{2}$ | 0 | $2{\cdot}51 \times 10^{-10}$ |
| | $\Sigma$ హైపెరాన్‌లు | $\Sigma+$ \|<br>$\Sigma^0$ $\bar{\Sigma}^0$<br>$\Sigma-$ \| | 2328<br>2333<br>2341 | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | 1<br>1<br>1 | $0{\cdot}83 \times 10^{-10}$<br>$< 0{\cdot}1 \times 10^{-10}$<br>$1{\cdot}59 \times 10^{-10}$ |
| | $\Xi$ హైపెరాన్‌లు | $\Xi^0$ \|<br>$\Xi-$ \| | 2566<br>2583 | ?<br>? | $\frac{1}{2}$<br>$\frac{1}{2}$ | $1{\cdot}9 \times 10^{-10}$<br>$\sim 10^{-10}$ |

ఇంతేనా కణముల సంఖ్య లేదా ఇంకను ఆవిష్కరింపబడుటకు మిగిలియున్నవా ? దీనికి సమాధానము తెలియదని ఇంకను మరియొక తీరని సమస్య మిగిలియే ఉన్నది. వీటిని పరమాణుకణములు లేదా మౌలిక కణములు అంటిమి. వీటి మౌలికతకు నిర్ణాయకమెద్ది ? ఈ కణములు అన్నియు మౌలికములేనా లేదా వీటిలో కొన్ని ఇతరకణ సంఘటితములా ? ఈ సమస్యను పరిష్కరించుటకు ఇటీవల హైజన్‌బర్గ్ భౌతికశాస్త్రమందొక సాహసోపేతమైన

* కనుగొనబడిన వెంటనే ఈ కణముల ప్రవర్తన భ్రాంతి జనకముగ ఉండుటచే వీటికి 'వింతకణము'లని పేరు వచ్చినది.

తెలియదనియే చెప్పుట సమంజసతరము. కాని 1926 లో క్వాంటం సిద్ధాంతమందు జరిగిన విప్లవమువలె, ఈ సన్నివేశము శాస్త్రజ్ఞుల అంతరదృష్టి ఫలితముగ వచ్చు కాలమందు హఠాత్తుగ మారిపోవచ్చును. మే. వ. న.

**యంగ్, టామస్** (1773-1829): ఇంగ్లీషు భౌతిక విజ్ఞాని, వైద్యుడు. అక్షికటక సంస్థానముపై సీలియరీ కండరమునకున్న ప్రభావమును వెల్లడిచేసినందుకై, ఈయన 21 వ ఏటనే రాయల్ సొసైటీ సభ్యత్వదానముచే బహూకృతుడైనాడు. తరువాత లండన్ నగరపు సెంట్ జార్జి వైద్యశాలలో చికిత్సకుడుగా నియమితుడుఅయ్యెను.

చాలచిన్నతనమందే ప్రతిభను కనపరచి, పెక్కు భాషా వాఙ్మయములందు గణనీయమైన వైదుష్యమును సంపాదించగలిగెను. 'అక్షిపటలములోనున్న మూడుగ్రాహకములు(రెసెప్టర్స్) ఎరుపు, పసుపు, నీలిమ అను మూడు ముఖ్య వర్ణపౌనఃపున్యములతో స్పందించుటచే మనము రంగులను చూడగలుగుచున్నాము' అను సిద్ధాంతమును యంగ్ మొదట ప్రతిపాదించెను. ఈవాదమును తరువాత హెల్మ్ హోల్ట్స్ బలపరచెను. 1802 లో రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్‌లో డేవీతోపాటు సహాచార్యుడుగాచేరెను. కాంతి శాస్త్రమందు మిథోఘట్టనసంఘటనను ఆవిష్కరించి కాంతి తరంగవాదమును ధ్రువపరచెను. పశ్చిమవయస్సునందు రోసెట్టా శిలాశాసనము యొక్క అర్థప్రకాశమునందు ఈయన ప్రదర్శించిన సామర్థ్యము ఈయన సర్వతోముఖ వైదుష్యమునకు నిదర్శనము. అ. వెం. సూ. రా.

**యంగ్‌స్థితిస్థాపక గుణకము :** దీనికి 'యంగ్స్ మోడ్యూలస్' అని వ్యవహారము. వస్తువులగుణములలోస్థితిస్థాపకత చాలప్రధానమైన గుణము. ఏదేనిబలప్రయోగము వలన ఒకవస్తువు ఆకృతిలో మార్పుజనించి, బలమును తీసివేసినతరువాత ఆవస్తువు మరల మార్పులేని తొంటిస్థితికి చేరగలిగిన, ఆవస్తువు స్థితిస్థాపకతాగుణము కలిగినదని అందుము. ప్రతివస్తువుయును కొద్దిగానైన స్థితిస్థాపకగుణమును కలిగియుండును. ఇచ్చట ఆకారమందుమార్పునకు వికృతి(స్ట్రెయిన్)అనియు, ప్రయుక్తమైన బలమునకు ప్రతిబలము (స్ట్రెస్) అనియు పేర్లు. ప్రతిబలమునకును, అది వస్తువులో తెచ్చిపెట్టు వికృతికిని గల నిష్పత్తి, ప్రతివస్తువునకు ఒకస్థిరాంకమై ఉండును. దీనికి 'యంగ్‌స్థితిస్థాపకగుణక' మని పేరు. ఈగుణకము వస్తుస్వభావమునుపట్టి ఉండును.

$$\text{యంగ్‌స్థితిస్థాపకగుణకము} = Y = \frac{\text{ప్రతిబలము}}{\text{వికృతి}}.$$

ఉదా : 20′ పొడవు, 12 చదరపు అంగుళముల ఛేదము గల ఉక్కు స్తంభముపై 36 టన్నుల (80,640 పౌనులు) భారమును మోపినప్పుడు దాని పొడవు 0.0556″ తగ్గినది. ఉక్కునకుగల యంగ్ గుణకము ఎంత ?

$$\text{చదరపుఅంగుళమునకు ప్రతిబలము} = \frac{36 \times 2240}{12} \text{ పౌనులు}$$

$$\text{వికృతి} = \frac{\text{పొడవులో తగ్గుదల}}{\text{అసలు పొడవు}}$$

$$= \frac{0.0556''}{20'} = \frac{0.0556''}{240''}$$

$$\therefore\ Y = \frac{\text{ప్రతిబలము}}{\text{వికృతి}} = \frac{36 \times 2240 \times 240}{12 \times 0.0556}$$

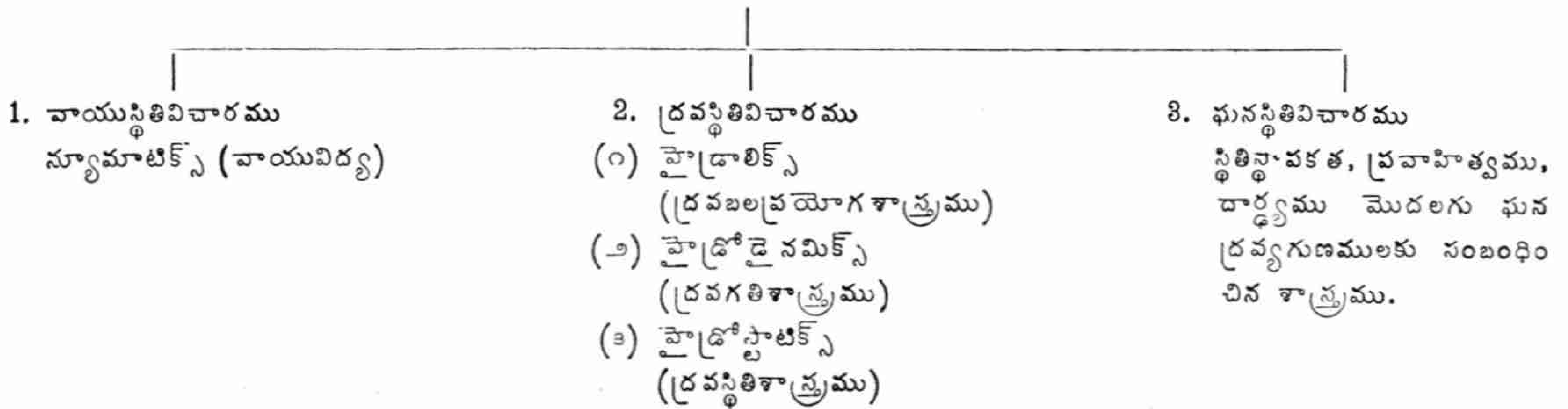
= 2,89,40,000 పౌనులు / చదరపు అంగుళము. ఇంచు మించు 2,90,00,000 పౌనులు / చదరపు అంగుళము.

మే. వ. న.

**యక్షిణీలాంతరు :** చూ. చాక్షుష పరికరములు - పు. 334.

**యశదము :** చూ. జింకు - పు. 342.

**యాంత్రికశాస్త్రము** (మెకానిక్స్) : కదలకుండ ఉన్నవస్తువులపై గాని, కదలుచున్నవస్తువులపై గాని బల ప్రయోగములవలన కలుగు ఫలముల విచారించుశాస్త్రము. ద్రవ్యమునకుచెందు వాయు, ద్రవ, ఘనస్థితుల మూడింటిని శాసించు నియమములు ఈశాస్త్రములో అంతర్భూతములు. ఇంజనీరింగు, భౌతికశాస్త్రము, ఖగోళవిద్య వీటి అనుశీలనకు మౌలికమైనది ఈయాంత్రికశాస్త్రము. ఈశాస్త్రమును క్రిందివిధముగా విభాగించుట సంప్రదాయమై ఉన్నది :




సాధారణముగా పైని చూపిన 3 వ అంతర్భాగమునకే యాంత్రికశాస్త్రమను పేరు పరిమితమైనది. సౌకర్యము కొరకై ఈఅంతర్భాగము స్థితిశాస్త్రము, గతిశాస్త్రము, సాధారణీకృతగతిశాస్త్రము అను మరిమూడు అవాంతర

భాగములలో విస్తృతమై ఉన్నది. బలముల ప్రభావమున కదలకుండ సమతోలనస్థితిలో నున్న వస్తువులనుగురించిన శాస్త్రము 'స్థితిశాస్త్రము'. వస్తువుల గతిపై గతిబలముల, మోటనబలముల ప్రభావమును తెలియజేయునది 'గతి శాస్త్రము'. ఏవస్తువులకు సంబంధించకుండ కేవలగతినియమములను వివరించునది సాధారణీకృత గతిశాస్త్రము. నేటి వాడుక గతిశాస్త్రము అను పదముచే యాంత్రిక శాస్త్రమును అంతయు తెలిపి యాంత్రికశాస్త్రమను పరిభాషను కేవల యంత్రములు, భవననిర్మాణము, స్థాపత్యము వీటికి పరిమితముగా చేయుచున్నది. మే. వ. స.

**యిట్టెర్బియమ్** : ఇది అపురూప మృత్తుధాతువులకు చెందిన రాసాయనిక ధాతుమూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 70 ; సంకేతము Yb ; పరమాణుభారము 173.04 ; విశిష్ట గురుత్వము 5.5 ; ద్రవాంకము 1800°C ; దీని ఉనికిని 1878 లో మారిన్యాక్ కనుగొనెను. * * *

**యిట్రియమ్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 39 ; సంకేతము Y ; పరమాణుభారము 88.92 ; ద్రవాంకము 1490°C ; దీని ఉనికిని 1794 లో గెడోలిన్ కనుగొనెను. యిట్రియమ్‌ను ఎక్కువగా ధాతు పరిశ్రమలో వాడుదురు. * * *

**యురేనియమ్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 92 ; సంకేతము U ; దీని పరమాణుభారము 238.07 ; విశిష్టగురుత్వము 18.7 ; ద్రవాంకము 1133°C. దీని ప్రధానముడిఖనిజము పిచ్ బ్లెండ్. దీనిలో లెడ్‌ఆక్సైడ్‌తో కూడ కలిసి $U_3O_8$ అను క్లిష్ట యురేనియమ్ ఆక్సైడ్ ఉండును. ఈ ధాతువును కూడ గోల్డ్‌స్మిట్ విధానమున పడయవచ్చును. ఈ ధాతువు రాశిలో తెల్లగా ఉండును ; సూక్ష్మ విభక్తస్థితిలో నల్లటి చూర్ణమువలె ఉండును. యురేనియమ్ యౌగికములన్నియు, జనక ధాతువు యొక్క రేడియోధార్మిక గుణములను కనబర్చును. వీటిలో పసుపు పచ్చని ట్రైఆక్సైడ్, సోడియమ్ డైయురానేట్, భాస్వరమగు యురేనియమ్‌గాజును తయారుచేయుటకు ఉపయోగింతురు. అమోనియాను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు హేబర్ సంయోజన పద్ధతిలో యురేనియమ్‌ధాతువు ప్రేరకముగా పనిచేయును. (చూ. క్రోమియమ్ వర్గము - పు. 308). మే. వ. స.

**యురేనియమ్ తర్వాతి మూలద్రవ్యములు** : ఈ వర్గమునకు చెందిన 92 కన్న ఎక్కువ పరమాణ్వంకము గల మూలద్రవ్యములు అన్నియు తొలిని సైక్లోట్రాన్‌తో జరిపిన కేంద్రక పరిశోధనలలో కృత్రిమముగ సంపాదితమైనవియే. తరువాత వీనిలో నెప్ట్యూనియమ్, ప్లుటోనియమ్ అను రెండును యురేనియమ్ ఖనిజములలో లభించునని తెలిసినది. కాని ఇవివేరు చేయుటకు వీలులేనంత అల్పరాశులలో ఉండును.

యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యము లన్నియు అస్థిరములు. వీటిలో చాల వాటికి ఎక్కువ సంఖ్యలో సమస్థానీయములు ఉన్నవి. ఇందులో మిక్కిలి ప్రధానమైనది ప్లుటోనియమ్; దీని సమస్థానీయములలో ఒకదానికి 5-10 ఏండ్లు అర్ధజీవిత వ్యవధి కలదు. ఇది ఎక్కువరాశిలో వేరు పరచబడినది. దీనికి కారణము ఆటంబాంబులలో దాని ఉపయోగము (చూ. పు. 167). నెప్ట్యూనియమ్ తయారుచేయబడినను అది ప్లుటోనియమ్ సాధనకు ప్రాపకదశ అగుటచే వేరుచేయబడలేదు. ఆవర్త క్రమమందు వీటిస్థానము, ఐదవ ఆవృత్తిలో అగపడు లేంతెనైడ్ మూలద్రవ్యముల వంటిది. వీటి పరమాణు రచన వాటి రచనను అనుకరించును. ఈ వర్గమునకు ఆక్టినైడ్ వర్గమని పేరు. ఇందులో పరమాణ్వంకము ఎక్కువగుకొలది మూలద్రవ్యము లేంతెనైడ్ మూలద్రవ్యములతో ఎక్కువగా పోలికను కల్గియుండును.

103-108 పరమాణ్వంకములుగల మూలద్రవ్యముల ఆవిష్కరణ ఆసన్నముగ ఉన్నది. ఇవి హీలియమ్ అయన్‌ల కన్న ఎక్కువ భారముగల అయన్‌లచే యురేనియమ్ తరువాతి మూలద్రవ్యముల ఘట్టించుటవలన సంపాద్యములగునని ఆకాంక్షించబడుచున్నది. ఈ ఆక్టినైడ్ శ్రేణి నోబెలియమ్ 102 తో అంతమగును. 104-108 మూలద్రవ్యములు 72-76 మధ్యనున్న పరమాణ్వంకములు గల హాఫ్నియమ్ - ఆస్మియమ్ మూలద్రవ్యములకు రాసాయనికముగ సదృశములు కావచ్చును. వీటి వివరములు క్రింది పట్టికలందు పొందుపరుపబడినవి :

| పరమాణ్వంకము | మూలద్రవ్యము | పరమాణు భారము | సంయోజనీయత |
|---|---|---|---|
| 93 | నెప్ట్యూనియమ్ | 237 | 2,3,4,5,6 |
| 94 | ప్లుటోనియమ్ | 242 | 2,3,4,5,6 |
| 95 | అమెరిసియమ్ | 243 | 2,3,4,5,6 |
| 96 | క్యూరియమ్ | 247 | 3 |
| 97 | బెర్కెలియమ్ | 249 | 3, 4 |
| 98 | కాలిఫోర్నియమ్ | 251 | 3 |
| 99 | ఐన్‌స్టయినియమ్ | 254 | 3 |
| 100 | ఫెర్మియమ్ | 253 | 3 |
| 101 | మెండెలివియమ్ | 256 | 3 |
| 102 | నోబెలియమ్ | 253 | |

| పరమాణ్వంకము | సంకేతము | ప్రభవ విధానము |
|---|---|---|
| 93 | Np | — — |
| 94 | Pu | — — |
| 95 | Am | ప్లుటోనియమ్‌పై తీక్ష్ణన్యూట్రాన్‌ల ఆఘాతము. |
| 96 | Cm | ప్లుటోనియమ్239 పై హీలియమ్ అయన్‌ల ఆఘాతము వలన. |
| 97 | Bk | అమెరిసియమ్241 పై హీలియమ్ అయన్‌ల ఆఘాతము వలన. |
| 98 | Cf | క్యురియమ్242 పై హీలియమ్ అయన్‌ల ఆఘాతము వలన. |
| 99 | Es | తెర్మోన్యూక్లియర్ విదారణలో తాత్కాలిక అతితీక్ష్ణ న్యూట్రాన్ ప్రవాహమునకు గురియైన యురేనియమ్ నుండి లభ్యము. |
| 100 | Fm | తెర్మోన్యూక్లియర్ విదారణలో తాత్కాలికమైన అతితీక్ష్ణ న్యూట్రాన్ ప్రవాహమునకు గురియైన యురేనియమ్ నుండి లభ్యము. |
| 101 | Md | ఐన్‌స్టయినియమ్‌పై హీలియమ్ అయన్‌ల ఆఘాతము వలన. |
| 102 | No | ఋజురూప అయన్ త్వరకమందు క్యురియమ్246 పై త్వరయుత కార్బన్ 12 అయన్‌తో ఘట్టించుటవలన. |

మే. వ. న

**యూకావా, హిడెకీ** (జననము 1907) : జపాన్ భౌతికశాస్త్రవేత్త. కియోటో, ఒసాకా యూనివర్సిటీలలో ఆచార్యత్వమును కొన్నినాళ్లు నెరపి, జపాన్‌నుండి యునైటెడ్ స్టేట్స్‌కు వెళ్లెను. ప్రిన్స్‌టన్ యూనివర్సిటీయందు ప్రవేశించి, తరువాత కొలంబియా యూనివర్సిటీలో విజిటింగ్ ప్రొఫెసర్‌గా నియమితుడు అయ్యెను. ఒసాకాలో ఉపాధ్యాయపదవిలో ఉన్న కాలమున (1935) ఎలక్ట్రాన్ కన్న కొన్నివందల రెట్లు బరువుకలిగిన కణము ఒకటి (మీసాన్) ఉండవలయునని సిద్ధాంతరీత్యా ఆదేశించెను. అండర్సన్, నెడ్డర్ మైయర్ మీసాన్ ఉనికిని 1938 లో ప్రాయోగికముగా రుజువుచేసిరి.

ఈ పరిశోధనలకును, కేంద్రకబల ప్రవృత్తిని గురించిన వివరణలకును, క్వాంటంసిద్ధాంతమును బలపరచిన సిద్ధాంత ప్రతిపాదనకును, 1949 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము చేకూరినది. ఇట్లు బహూకృతులైన జపాన్ దేశీయులలో ఇప్పటికి (1963) ఈయనే ప్రథముడు. మే.వ.న.

**యూరోపియమ్** : అపురూపమృత్తులకు చెందిన ధాతు రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 63 ; సంకేతము **Eu** ; పరమాణుభారము 152·0 ; దీని ఉనికిని 1886 లో డిమార్‌సే, బ్వాబౌద్రన్ కనుగొనిరి. యూరోపియమ్‌ను పరమాణుశక్తి ఉత్పత్తిలో వాడుదురు.

* * *

**యోజనీయతా భావము-I** : హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ($HCl$), నీరు ($H_2O$), అమోనియా ($NH_3$), మీతేన్ ($CH_4$) మొదలగు యౌగికముల అణు సాంకేతికములను పరిశీలించినచో ఒక విషయము తెలియవచ్చును. అది ఏమన క్లోరీన్ పరమాణువు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుతో, ఆక్సిజన్ పరమాణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, నైట్రోజన్ మూడు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను, కార్బన్ నాలుగు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోను రాసాయనికముగా సంయోగించును. అనగా క్లోరీన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, కార్బన్ ఈ మూలద్రవ్యముల యొక్క సంయోగసామర్థ్యము హైడ్రోజన్‌తో ఒకటినుండి నాలుగు వరకు క్రమముగా హెచ్చినది. ఈ సంయోగసామర్థ్య ప్రమాణమును నిరూపించుటకు సాంకేతికములలో చూపినట్లు హైడ్రోజన్ పరమాణువును మానముగా తీసికొన్నచో క్లోరీన్ సామర్థ్యము ఒకటి, ఆక్సిజన్ రెండు, నైట్రోజన్ మూడు, కార్బన్ సామర్థ్యము నాలుగు అని చెప్పవచ్చును. హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఎప్పుడును, ఒకటికన్న హెచ్చు ఇతరపరమాణువులతో రాసాయనికముగా సంయోగించదు. అందువలన హైడ్రోజన్ పరమాణువు యొక్క సంయోగ సామర్థ్యమును యూనిట్ మానముగా తీసికొందురు. హైడ్రోజన్‌తో తక్కిన మూలద్రవ్యపరమాణువుల సంయోగ సామర్థ్యములను నిరూపించుపట్ల సామర్థ్యపదమునకు బదులుగ నిర్ణీతసంఖ్యను తెల్పు యోజనీయత అను పదమును వాడుదురు. దీనికి (వేలెన్సీ) అని ఇంగ్లీషులో పేరు. ఈ దృష్టిలో మూలద్రవ్యపరమాణువు యొక్క 'యోజనీయత' ను క్రింది విధమున నిర్వచించవచ్చును.

ఏదేని మూలద్రవ్యపరమాణువుతో సంయోగించగల హైడ్రోజన్‌పరమాణువుల సంఖ్యకు 'యోజనీయత' అని సంకేతము. ఈ సంకేతానుసారముగా క్లోరీన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, కార్బన్‌పరమాణువుల యోజనీయత క్రముగా ఒకటి, రెండు, మూడు, నాలుగు అగుచున్నది.

యోజనీయతా నిర్ణయము: పరమాణువు హైడ్రోజన్‌తో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించునపుడు, ఏర్పడు యౌగికము యొక్క అణుసాంకేతికములో ప్రతిపరమాణువునకు ఎన్నేసి హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నవో తెలిసికొనిన ఎడల ఆ పరమాణువుయొక్క యోజనీయతను నిర్ణయించగలము. పైని పేర్కొనిన యౌగికముల సాంకేతికములే దీనికి ఉదాహరణములు.

అన్ని మూలద్రవ్యములును హైడ్రోజన్‌తో రాసాయనికముగా సంయోగించుట సంభవించదు. హైడ్రోజన్‌కన్న క్లోరీన్, ఆక్సిజన్ ఎక్కువ మూలద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా సంయోగించగలవు. అందువలన ప్రాయోగికముగా క్లోరైడ్‌లయొక్కయు, ఆక్సైడ్‌లయొక్కయు, వీటి అణుసాంకేతిక పరీక్ష మూలద్రవ్యముయొక్క యోజనీయతను నిర్ణయించుటలో ఉపయోగపడును. అనగా హైడ్రోజన్‌కి బదులు క్లోరీన్‌ను, ఆక్సిజన్‌నికూడ మానముగా తీసికొనవలసి ఉండును. ఇచ్చట క్లోరీన్‌యొక్క యోజనీయత ఒకటి అనియు, ఆక్సిజన్‌యొక్క యోజనీయత రెండనియు ఎరుంగవలెను.

కొన్ని ధాతువులు హైడ్రోజన్‌తో రాసాయనికముగా సంయోగించకపోయినను, ఆమ్లములనుండి అవి హైడ్రోజన్‌ని వెళ్ళగొట్టగలవు. ఉదాహరణమునకు జింకు ధాతువును సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో చేర్చినప్పుడు హైడ్రోజన్ వాయువు ఉదయించును. ఒక పరమాణుభారము గల జింకును తీసికొని దానివలన ఆమ్లమునుండి స్థానచ్యుతిని చెందిన హైడ్రోజన్ యొక్క ఆయతనమును ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించి, ప్రతి పరమాణుభారము జింకునకును ఎన్ని హైడ్రోజన్ పరమాణుభారములు విడుదల అయినవో లెక్కించవచ్చును. దీనినిబట్టి జింకుపరమాణువుయొక్క యోజనీయతను నిర్ణయించవచ్చును.

పైచర్చననుసరించి క్రిందివిధముగా 'యోజనీయత' పదనిర్వచనమును విస్తరించవచ్చును :

ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువుతో సంయోగించు హైడ్రోజన్ లేదా క్లోరీన్ పరమాణువులసంఖ్యకుగాని, లేదా ఒక మూలద్రవ్యపరమాణువు బహిర్గతముచేయగల హైడ్రోజన్ పరమాణువుల సంఖ్యకుగాని లేదా ఒక మూలద్రవ్య పరమాణువుతో సంయోగించు ఆక్సిజన్ పరమాణువులసంఖ్యకు రెట్టింపునకుగాని సమానమగుసంఖ్య ఆ మూలద్రవ్య పరమాణువుయొక్క యోజనీయతగా భావించవచ్చును.

యోజనీయతా భావము ఎట్లు ఆవిర్భవించినదో సమీక్షలో గణసిద్ధాంతవిస్తరణసందర్భమున తెలిపితిమి. యోజనీయతను నిర్ణయించుటకై అణుసాంకేతికములను పరిశీలింపవలయునని చెప్పిఉంటిమి. అణుసాంకేతికములు ఆవాగాడ్రోకల్పనప్రకారము నిర్ణయించబడును. ఆవాగాడ్రోకల్పనవాయుస్థితిలోఉన్న యౌగికమునకుగాని అన్వయించదు (చూ. అణుభారనిర్ణయము-పు. 126). కొన్ని మూలద్రవ్యములు వాయుస్థితిలోనుండు (బాష్పశీలమైన) యౌగికములను ఈయవు. అట్టిమూలద్రవ్యముల యోజనీయతానిర్ణయమునకు రెండుఋజుమార్గములు ఉన్నవి.

అందు మొదటిది డ్యూలాంగ్ విధానము. 6.4 అను సంఖ్యను ఘనస్థితిలోనుండు మూలద్రవ్యము యొక్క విశిష్టోష్ణతచే భాగించినచో పరమాణుభారము స్థూలముగా సిద్ధించునని చెప్పియుంటిమి. ఇట్లు లభ్యమగు పరమాణుభారమును, ఆ మూలద్రవ్యముయొక్క తుల్యభారముతో భాగించినఎడల వచ్చుసంఖ్యకు దగ్గరగాఉన్న పూర్ణసంఖ్య దాని యోజనీయతఅగును.

ఉదా : సీసముయొక్క విశిష్టోష్ణత 0.031

డ్యూలాంగ్ నియమప్రకారము దాని పరమాణుభారము. $\Big\} = \frac{6.4}{0.031} = 206.5$

సీసముయొక్క తుల్యభారము దాని క్లోరైడ్‌నుండి లెక్కించబడినది. $\Big\} = 103.5$

యోజనీయత $= \frac{\text{పరమాణు భారము}}{\text{తుల్యభారము}} = \frac{206.5}{103.5} = 1.995 = 2$

ఉదా : గాలియమ్‌సల్ఫేట్ అమోనియమ్ సల్ఫేట్‌తో ద్రావణస్థితిలో కలిసి ఏర్పడు ద్విలవణము (గాలియమ్ ఆలమ్)యొక్క స్ఫటికములు, అట్లే అల్యూమినియము సల్ఫేట్, అమోనియమ్‌సల్ఫేట్‌తో కలిసి ఏర్పడు ద్విలవణము (అల్యూమినియముఆలమ్) యొక్క స్ఫటికములతో సమరూపతను చూపును. సమరూపతానియమప్రకారము స్ఫటికసమరూపతను చూపు రెండుయౌగికముల అణురచనకూడ సదృశముగా ఉండవలయును. అల్యూమినియము ఆలమ్‌యొక్క అణుసాంకేతికము $(NH_4)_2 SO_4$, $Al_2(SO_4)_3$ $24H_2O$ అయినప్పుడు గాలియమ్‌ఆలమ్‌యొక్క అణుసాంకేతికముకూడా అదే మాదిరిని ఉండవలయును. అనగా దాని సాంకేతికము $(_4NH)_2SO_4$, $Ga_2(SO_4)_3$ $24H_2O$ కావలెను. అల్యూమినియముఆలమ్‌లో అల్యూమినియముయొక్క యోజనీయత మూడని ఇదివరకే తెలిసినచో గాలియమ్ ఆలమ్‌లో గాలియమ్‌యొక్క యోజనీయతకూడ మూడే కావలెను.

గుణిజనిష్పత్తినియమమందు మూలద్రవ్యముయొక్క సంయోగసామర్థ్యము భిన్నపరిమాణములను కలిగియుండునని తెలిసినది. కనుక దానియోజనీయతకూడ మారుచుండునని ఊహించవలెను. కాని వేలకొలది కార్బన్ యౌగికములందు పాల్గొను కార్బన్‌పరమాణువుయొక్క యోజనీయత ఎప్పుడును స్థిరముగా నాలుగే అయి ఉండును. కార్బన్ పరమాణువుయొక్క స్థిర యోజనీయత తక్కినపరమాణువుల యోజనీయతలుకూడ స్థిరముగా ఏదో ఒకసంఖ్యకే పరిమితమై ఉండునను అభిప్రాయమునకు ఎడమిచ్చినది.

కాని ఈఅభిప్రాయము కార్బన్ కాక ఇతరమూలద్రవ్యములపట్ల సరిపడదని ప్రయోగము రుజువుచేసినది. అందువలన ఒకే మూలద్రవ్యముయొక్క యోజనీయత పరిస్థితులను పట్టి మారుచుండునను ఊహ తప్పదు. కాని కొన్ని మూలద్రవ్యముల యోజనీయత స్థిరముగా ఉండును. కొన్ని సామాన్య మూలద్రవ్యముల యోజనీయతలు క్రింద ఈయబడినవి :

| యోజనీయత | మూలద్రవ్యములు | |
|---|---|---|
| 1 | H, Li, Na, K, Rb | (హైడ్రోజన్) |
| | F, Cl, Br, I | (హైడ్రోజన్) |
| | Cu, Ag, Au | (ఆక్సిజన్) |
| 2 | Be, Mg | (ఆక్సిజన్) |
| | Ca, Sr, Ba, Ra | (హైడ్రోజన్) |
| | Cu, Zn, Hg, Cd, Fe, Mn, Co, Ni | (ఆక్సిజన్) |
| | O, S, Se, Te | (హైడ్రోజన్) |
| 3 | B, Al, Sc, Ga, Mn, Cr, Fe, Co, Ni | (ఆక్సిజన్) |
| | N, P, As, Sb, Bi | (ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్) |
| 4 | C, Si, Ge, Sn, Pb | (ఆక్సిజన్) |
| | Mn, Ni, Ti, Zr, Co, Th | (హైడ్రోజన్) |
| | S, Se, Te | (ఆక్సిజన్) |
| 5 | N, P, As, Sb, Bi | (ఆక్సిజన్) |
| | V, Nb, Ta | (ఆక్సిజన్) |
| 6 | S, Se, Te | (ఆక్సిజన్) |
| | Cr, Mo, W, V, Mn | (ఆక్సిజన్) |
| 7 | Mn, Cl | (ఆక్సిజన్) |
| | I (పెర్ అయిడిక్ ఆసిడ్‌లో $HIO_4$) | |
| 8 | Fe, Ni, Co (కార్బొనిల్‌లలో) | |
| | =C=O | |
| | =C=O | |
| | Fe =C=O | |
| | =C=O | |
| | Os, Ru | (ఆక్సిజన్) |

మూలద్రవ్యముల యోజనీయతలను గురించిన కొన్ని నియమములు ఇచ్చట తెలుపబడినవి.

1. ఆవర్తక్రమమందు వాయవ్యమూలయందు ఇమిడీ ఉన్న మూలద్రవ్యములు తప్పకుండ స్థిర యోజనీయతనే కనపరచును.

2. రంగులుగల లవణములను ఇచ్చు బరువైనధాతువుల విషయమై బహుయోజనీయత ముఖ్యముగా కననగును. (Cr, Mn, Fe, Co Ni Cu) ఇట్టిధాతువులు లోదర్ మేయర్ సూచించిన ఆవర్తరేఖశ్రేణిలో రేఖలపాదములను ఆక్రమించి ఉండును.

3. సాధారణముగా ప్రకృతిలోను, శోధనాగారమందును తరుచుగా తారసిల్లు స్థిరయౌగికములందు :

యోజనీయత I చాలతరుచుగా కనుపించును.
యోజనీయత II తరువాత తరుచుగా ఉండును.
యోజనీయత III పై దానికన్న కొంచెము అరుదు.
యోజనీయత IV పై దానికన్న అరుదు.
యోజనీయత V పై దానివలె ఉండును.

ఇట్లు యోజనీయత హెచ్చుగుకొలది, అది తటస్థించుట అరుదగుచుండును.

4. మారునట్టి యోజనీయతగల మూలద్రవ్యము యొక్క యోజనీయత దానిస్వభావమునుపట్టి కాక 1. అది సంయోగించు ఇతరమూలద్రవ్యములు, 2. తాపక్రమ, ప్రేష, ద్రావణ పరిస్థితులనుపట్టికూడ ఉండును. ఉదాహరణములు, 1. నైట్రోజన్ (N) ఆక్సిజన్‌తో గరిష్ఠ యోజనీయత అయిదును, హైడ్రోజన్‌తో మూడును కనపర్చును ; గంధకము (S) హైడ్రోజన్‌తో రెండు, ఆక్సిజన్‌తో ఆరును గరిష్ఠ యోజనీయత కనపర్చును. 2. ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్‌లో భాస్వరము యొక్క పంచ యోజనీయత తాపక్రమము అధికముకాగానే మూడుగామారిపోవును.

ఫాస్ఫోనియమ్ క్లోరైడ్ ($PH_4Cl$)లో భాస్వరము యొక్క పంచ యోజనీయత, బాష్పశీలమగు ఆయౌగికముపై ప్రేషము అధికముగాఉన్నపుడే స్థిరముగా ఉండును. ప్రేషము తగ్గగానే యౌగికము $PH_3 + HCl$ క్రింద విడిపోయి భాస్వరము త్రియోజనీయ మగును. ఆర్సెనిక్ యొక్క పంచయోజనీయతను గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో విలీనమైయున్న ఆర్సెనిక్ పెంటాసల్ఫైడ్ కనపర్చును. ద్రావణము విలీనమైనవెంటనే ఆర్సెనిక్ త్రియోజనీయత కలదిగా మారిపోవును. ఒకప్పుడు మూలద్రవ్యము బహుయోజనీయతలను కనపర్చునపుడు దాని హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ యోజనీయతలు రెండును కలిసి ఎనిమిదికి సమమగును.

| | N | S | Cl | C |
|---|---|---|---|---|
| (యోజనీయత) హైడ్రోజన్. | 3 | 2 | 1 | 4 |
| (యోజనీయత) ఆక్సిజన్. | 5 | 6 | 7 | 4 |
| | 8 | 8 | 8 | 8 |

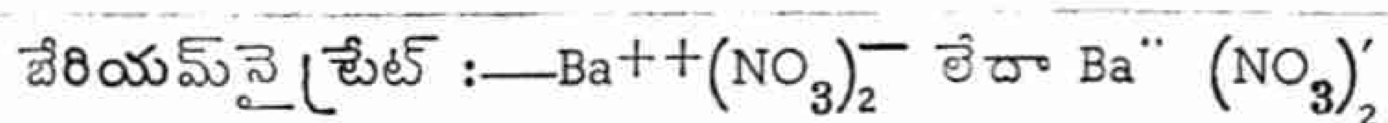
**యోజనీయత - విశేషలక్షణములు :** యోజనీయతాభావము, రాసాయనికసంయోగభావమునకు అంగముగా చేయబడినది. కాబట్టి మూలద్రవ్యమునకు రాసాయనిక ప్రవృత్తియే లేనపుడు దానికి యోజనీయతాగణనయే ఉండదు. హీలియమ్ మొదలగు అపురూప వాయువులు రాసాయనికప్రవృత్తిని చూపవు. అనగా అవి ఇతర మూల ద్రవ్యములతో రాసాయనికముగా సంయోగించవు. అందువలన వాటి యోజనీయత శూన్యమని భావింపవలెను.

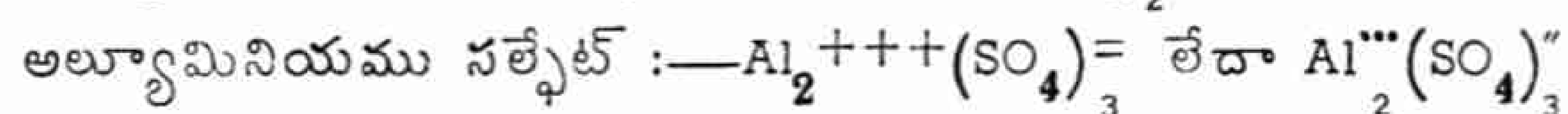
మూలద్రవ్యపరమాణువులకు యోజనీయతను కల్పించినట్లే, ప్రయోగికమందైన అగపడు పరమాణుకూటములు లేదా గణములకుకూడ యోజనీయతను ఆరోపించవచ్చును.

గణముల యోజనీయతను లెక్కించుపట్ల మూలద్రవ్యముల యోజనీయతను కనుగొనెడిసూత్రములే పనికి వచ్చును. అనగా గణముతో సంయోగించు హైడ్రోజన్ లేదా క్లోరీన్‌పరమాణువుల సంఖ్యకు సమమగుసంఖ్యకాని, దానితో సంయోగించు ఆక్సిజన్ పరమాణుసంఖ్యకు రెట్టింపుగాని గణముయొక్క యోజనీయతగా భావించవచ్చును.

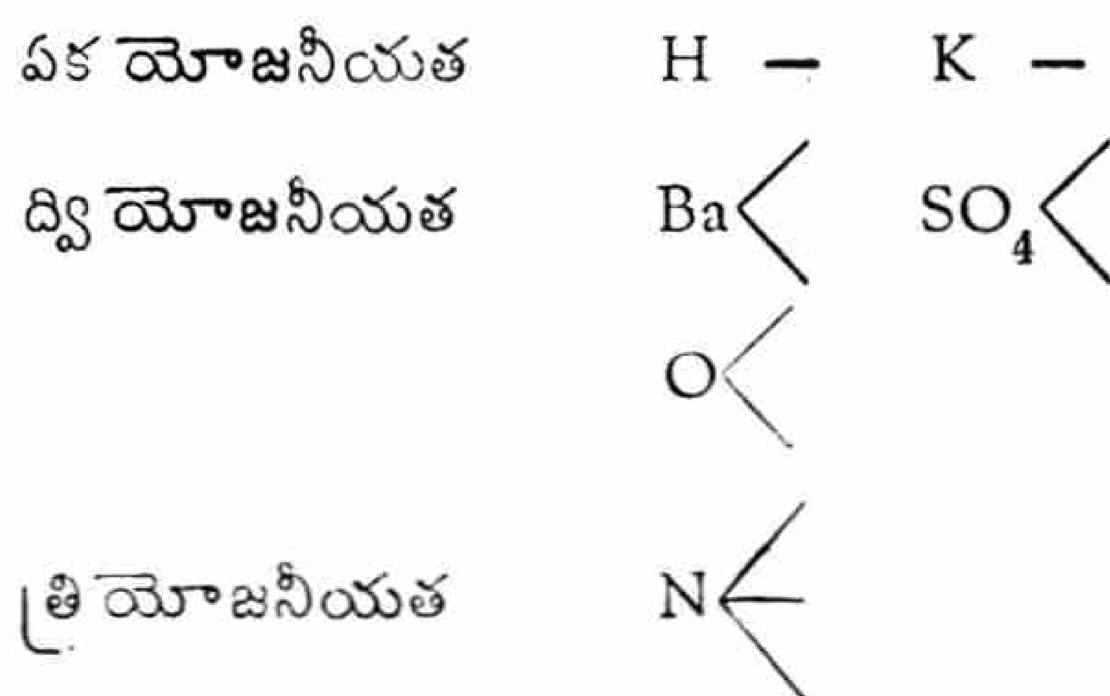
స్వభావమునుబట్టి ధన, ఋణ చిహ్నములచే తెలియపరచెదరు. అదిగాక అయన్‌పై ఉండు విద్యుదావేశము దాని యోజనీయతను తెలుపు సంఖ్యకు సమానమగు యూనిట్ ఆవేశముల మొత్తమై ఉండును. ఈ ఆవేశ యూనిట్‌ను నిర్ణయించుపట్ల హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఆవహించిన ఆవేశమును మానముగా తీసికొందురు. ఫారడే మొదటి నియమ ప్రకారము హైడ్రోజన్ పరమాణుభారము అయన్ రూపమున, అయన్‌స్థితిలో, స్వీకరించు విద్యుద్రాశి 96,500 కూలామ్‌లు. ఈ విద్యుత్‌రాశికి 'ఫారడే' అని పేరు. ఒక అయన్‌యొక్క యోజనీయత ఎంత ఉండునో అన్ని ఫారడేల విద్యుదావేశమును అది వహించును. అయన్‌లు వహించు ఫారడేల సంఖ్యను, అనగా వాటి యోజనీయతను, వాటి ఋణ, ధన స్వభావమునుబట్టి సాధారణముగా రెండు ప్రకారముల తెలియపచెదరు.

ధనావేశ యూనిట్‌లను (యోజనీయతలను) చుక్కలచేత లేదా '+' గురుతులచేత, ఋణావేశయూనిట్‌లను (యోజనీయతలను) ఏటవాలుగా ' లచేత లేదా '—' గురుతుచేత తెలియ పరచెదరు. ఉదా :


బేరియమ్‌నైట్రేట్ :—$Ba^{++}(NO_3)_2^{-}$ లేదా $Ba^{..}(NO_3)'_2$


అల్యూమినియము సల్ఫేట్ :—$Al_2^{+++}(SO_4)_3^{=}$ లేదా $Al_2^{'''}(SO_4)''_3$

**యోజనీయతను తెల్పు విధానము :** మూలద్రవ్య యోజనీయతలను వాటి సాంకేతికముల ప్రక్కను వ్రాసిన గీతలచే తెలుపుదురు. ఈ గీతలను యోజనీయతాబంధములు అందురు.




ఇంతేగాక లవణములు జలద్రావణములలో విద్యుదావేశముగల భాగములుగా విడిపోవును. వీటికి అయన్‌లని పేరు (విద్యుత్‌రాసాయనిక శాస్త్రము-I). ఈ అయన్‌ల యోజనీయత యొక్క స్వభావము వాటి ఆవేశముల

మెండెలేయఫ్‌చే నిర్మితమైన ఆవర్తక్రమపట్టికలో అగపడు వేరువేరు వర్గములు, ఆ వర్గములకు చెందిన మూలద్రవ్యపరమాణువుల యోజనీయతల సంఖ్యనుబట్టి కల్పించబడినవి. ఉదాహరణమునకు శూన్యవర్గమునకు చెందిన అపురూపవాయువుల యోజనీయత శూన్యము. నాల్గవ వర్గమునకుచెందిన కార్బన్ మొదలగుమూలద్రవ్యముల యోజనీయత నాలుగు. ఎనిమిదవవర్గమునకు చెందిన ఆస్మియమ్ మొదలగు ధాతువుల యోజనీయత ఎనిమిది. ఆ వర్తక్రమ పట్టికయందు ఇంకొక విశేషము కాననగును. మూలద్రవ్యముల హైడ్రోజన్ యోజనీయత మొదటివర్గము ఒకటి నుండి నాల్గవవర్గములో నాలుగువరకు పెరిగి మరల క్రమముగా ఏడవ వర్గములో ఒకటికి తగ్గిపోవును. కాని ఆక్సిజన్ యోజనీయత మొదటివర్గములో ఒకటినుండి ఎనిమిదవవర్గములో ఎనిమిదివరకు క్రమముగా పెరుగును. అట్లే హేలోజన్ విషయమైన యోజనీయతకూడ పెరుగును.

**యోజనీయత**

| వర్గము | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| హైడ్రోజన్‌తో | O | NaH | $CaH_2$ | $(BH_3)_2$ | $CH_4$ | $PH_3$ | $SH_2$ | ClH | O |
| ఆక్సిజన్‌తో | O | $Na_2O$ | CaO | $B_2O_3$ | $CO_2$ | $P_2O_5$ | $SO_3$ | $Cl_2O_7$ | $OsO_4$ |
| హేలోజన్‌తో | O | NaF | $CaF_2$ | $BF_3$ | $CF_4$ | $PF_5$ | $SF_6$ | $IF_7$ | $OsF_8$ |

యౌగికముల అనుశీలన విస్తరించినకొలది యోజనీయత యొక్క పలువిధములు బయలుపడినవి. పరమాణువులను పరమాణువులకు (HCl), పరమాణువులను పరమాణు కూటములకు $(ZnCH_3)_2$, $Ni(CO_4)$ పరమాణు కూటములను, పరమాణు కూటములకు $(NH_4)_2(SO_4)$ కలుపుచున్న అనేకములగు యోజనీయతా ప్రకారములను వివరించుటకు యోజనీయతా సిద్ధాంతము ఏర్పడినది. ప్రతి పరమాణువునకు, పరమాణుకూటమునకు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని నిర్దిష్ట యోజనీయతలు ఉండును. వాటిని సంతృప్తపరచుకొనుటకే మూలద్రవ్యములు పరస్పరము సంయోగించి యౌగికములు ఏర్పడును. సంతృప్త యోజనీయతలుగల పరమాణుకూటములగు యౌగికములు రాసాయనికముగా సంయోగించవు. ఈ దృష్టితో కల్పించబడిన యోజనీయతా సిద్ధాంతమునకు సంప్రదాయ సిద్ధాంతమని పేరు.

క్లిష్టయౌగికములు : కాని పరస్పర సంతృప్త యోజనీయతలు గల యౌగికమును అట్టిదే మరియొక యౌగికముతో కలుపు యోజనీయతకూడ గలదు. ఉదా : $H_2O$, $SO_3$ (నీరు, సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్) అనునవి ప్రత్యేకముగా సంతృప్తయౌగికములు. ఆక్సిజన్ యోజనీయత రెండు; రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులచే అది సంతృప్తమైనది. గంధకముయొక్క యోజనీయత ఆరు; సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ అణువునందున్న ద్వియోజనీయములగు మూడు ఆక్సిజన్ పరమాణువులచే గంధకముయొక్క షడ్యోజనీయత సంతృప్తమైనది. అయినను $H_2O$, $SO_3$ అణువులు రాసాయనికముగా సంయోగించి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ $H_2SO_4$ ఏర్పడుచున్నది. ఇట్టి యౌగికములకు అణుయౌగికములు అనియు, లేదా క్లిష్టయౌగికములనియు పేరులు. ఇట్టి అణుయౌగికములు రాసాయనిక శాస్త్రమందలి అకర్బన, కార్బన్ భాగములందు మెండుగా ఉన్నవి. అణుయౌగికములలో కొన్ని వర్గముల అకర్బనయౌగికములు :

(1) క్లిష్ట హేలొజనైడ్‌లు $K_2[SnCl_6]$ ; $H_2[PtCl_6]$

(2) క్లిష్టసైనైడ్‌లు & సల్ఫోసైనైడ్‌లు :

$K_4[Fe(CN)_6]$ ; $K_3[Ag(CNS)_4]$

(3) హైడ్రేట్‌లు : $CuSO_4$, $5H_2O$ ; $CrCl_3$, $6\ H_2O$

(4) బహుళామ్లములు (పాలీఆసిడ్‌లు) :

$H_2S_2O_7$, $H_2Cr_2O_7$, $H_2Cr_3O_{10}$

(5) అమోనియమ్ యౌగికములు : $Co\ Cl_2$, $6\ NH_2$ కార్బన్ యౌగికములు $Cu\ (NH_2\ CH_2\ OCO)_2$ గ్లైకోకోల్ కాపర్ $CH_3CO.\ CHNa\ COOC_2H_5$ సోడియమ్ ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ మొదలగునవి.

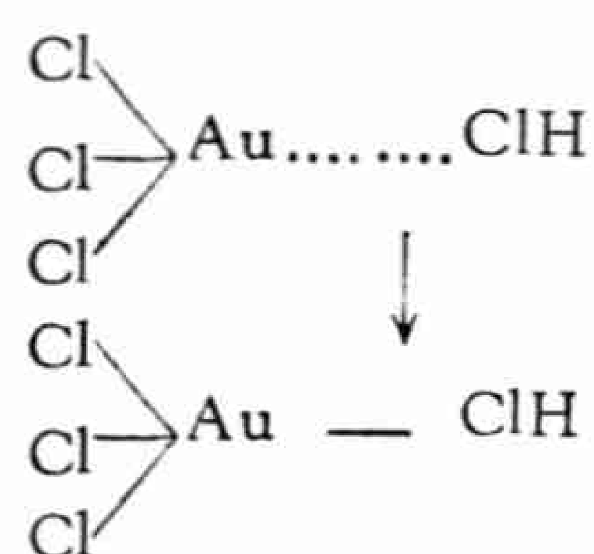
ఇట్టి అణుయౌగికములు ఏర్పడు త్రోవను సంప్రదాయ సిద్ధాంతముచే తెలిసికొనలేము. వీటిని వివరించుటకై ఆల్‌ఫ్రెడ్ వెర్నర్ అను స్విట్జర్లండ్ రాసాయనికుడు 1905 లో క్రొత్త సిద్ధాంతమును ఒక దానిని ప్రతిపాదించెను. ఈయన సిద్ధాంతమునకు సమన్వయసిద్ధాంతము అని పేరు. ఈ పేరు దీనికి ఎందుకు వచ్చినదో మున్ముందు విశదమగును.

ఈ సిద్ధాంతమునందు వెర్నర్ క్రింది కల్పనలను ప్రతిపాదించెను: I. ప్రతి పరమాణువునకు, ప్రధాన యోజనీయత కాక సహకారి యోజనీయత అను మరి ఒకటి ఉండును; II. సరళ యౌగికములందు ప్రధాన యోజనీయతలు సంతృప్తములైనను అందు ఏదో ఒక పరమాణువు యొక్క సహకారి యోజనీయత సంతృప్తమై ఉండదు. ఈ అసంతృప్తతయే క్లిష్టయౌగికములు ఏర్పడుటకు కారణము; III. ఒకమారు సహకారి యోజనీయత కారణముగా క్లిష్టయౌగికము ఏర్పడిన తరువాత ప్రధాన యోజనీయతకు సహకారి యోజనీయతకు గల వ్యత్యాసము అంతరించును. IV. ఏ పరమాణువుయొక్క సహకారి యోజనీయత మూలముగ ఇంకొక యౌగిక అణువు ఆ పరమాణువుతో సంయోగించునో దానిచుట్టును ప్రధాన, సహకారి, యోజనీయతలవలన లాగబడిన పరమాణువులు గాని, పరమాణు కూటములుగాని సమన్వితములగును. ఇట్లు సమన్వితములైన పరమాణువుల, లేదా పరమాణు కూటముల సంఖ్యకు 'సమన్వయసంఖ్య' అని పేరు. అందువలన ఈ సిద్ధాంతమునకు సమన్వయసిద్ధాంతము అని పేరు వచ్చినది. ఈసంఖ్య, కేంద్రముగా ఆచరించు పరమాణు స్వభావమునుపట్టి 2, 4, 6, 8 వీటిలో ఏదేని కావచ్చును. ఆవర్తక్రమములో పరమాణువుయొక్క స్థానమునకును, దీనికిని ఎట్టి సంబంధమును లేదు. ఇట్లు కేంద్రపరమాణువు చుట్టు సమన్వితములైన గణములు, దానిచుట్టు ప్రథమ మండలములో స్థావవిన్యాసములో అమరిఉండును. ఈ మండలమునకు ఆవల సమన్వితములు కాని గణములు ఉండును. దీనికి ద్వితీయమండలము అని పేరు. ప్రథమ మండలములో కేంద్రపరమాణువుచుట్టు ఘటితమయిన గణములు జలద్రావణములయందు అయన్‌లుగా విడిపోవు; ద్వితీయమండలములోనివి అయన్‌లుగా విడిపోవును.

ఈకల్పనలను ఉపయోగించి ఒక క్లిష్టయౌగికము యొక్క రచనను వివరింతము : $AuCl_3$ అను సాంకేతికము గల గోల్డ్ ట్రైక్లోరైడ్ అణువు ఒక HCl (హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్) అణువుతో సంయోగించి క్లోరారిక్ ఆసిడ్ అను పేరుగల క్లిష్టయౌగికము $(HAuCl_4)$ ఏర్పడును. మొదట ఈ రెండు అణువులును దగ్గరగా ఉండునప్పుడు, గోల్డ్

క్లోరైడ్‌లో ఉన్న స్వర్ణపరమాణువు యొక్క మూడు ప్రధాన యోజనీయతలను మూడుక్లోరీన్ పరమాణువులచే సంతృప్తము లైనను, స్వర్ణపరమాణువుయొక్క మిగిలి ఉన్న సహకారి యోజనీయతమూలమున HCl అణువు లోని క్లోరీన్ భాగము స్వర్ణపరమాణువు వైపునకు ఆకర్షించ బడును.

ఒకసారి హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్‌లో ఉన్న క్లోరీన్ భాగము స్వర్ణ పరమాణువుచే ఆకృష్టమై బంధితమైన తరువాత, యోజనీయతలో ఏవిధమైన వ్యత్యాసము లేకుండ క్లోరీన్ భాగములు నాలుగును స్వర్ణ పరమాణువుచుట్టు సమన్వితము



లైపోయినవి. అనగా నాలుగు క్లోరీన్ గణములలో ఏది ప్రధాన యోజనీయతాబద్ధమో, ఏది సహకారి యోజనీయతాబద్ధమో పోల్చుకొనుటకు వీలులేదు. స్వర్ణ పరమాణువు సమన్వయసంఖ్య నాలుగు. ఇప్పుడు ఈ నాలుగు క్లోరీన్ గణములును స్వర్ణపరమాణువు చుట్టును ప్రథమ మండలములో దృఢఘటితమై ఉండుటచే క్లోరారిక్ ఆసిడ్‌ను జలములో విలీనముకావించినపుడు, అయన్‌లుగా విడిపోవు. ద్వితీయమండలములోఉన్న ఒక్క హైడ్రోజన్ భాగమే అయన్‌గా విడిపోవును. అనగా క్లోరారిక్ ఆసిడ్ నందు $[AuCl_4]^-$ అను అయన్ $[H^+]$ తో కలిసిఉన్నది.

క్లోరారిక్ ఆసిడ్ యొక్క వెర్నర్ సాంకేతికమును

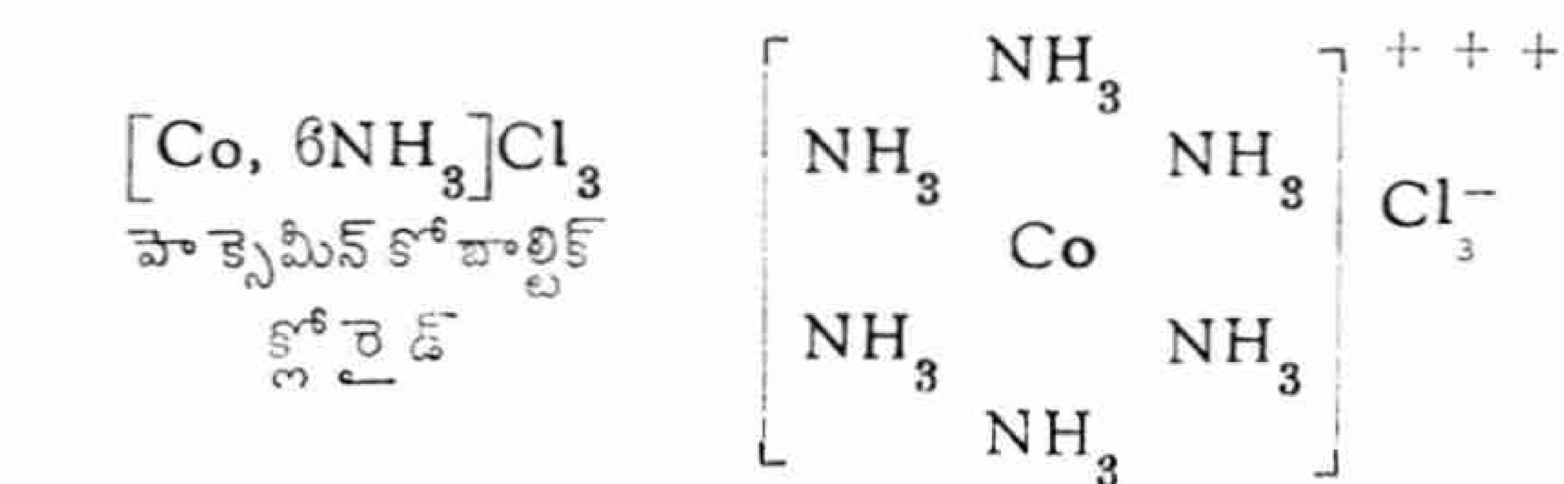
$$H^+\left[\begin{matrix} & Cl & \\ Cl & Au & Cl \\ & Cl & \end{matrix}\right]^-$$ అని వ్రాయవలయును.

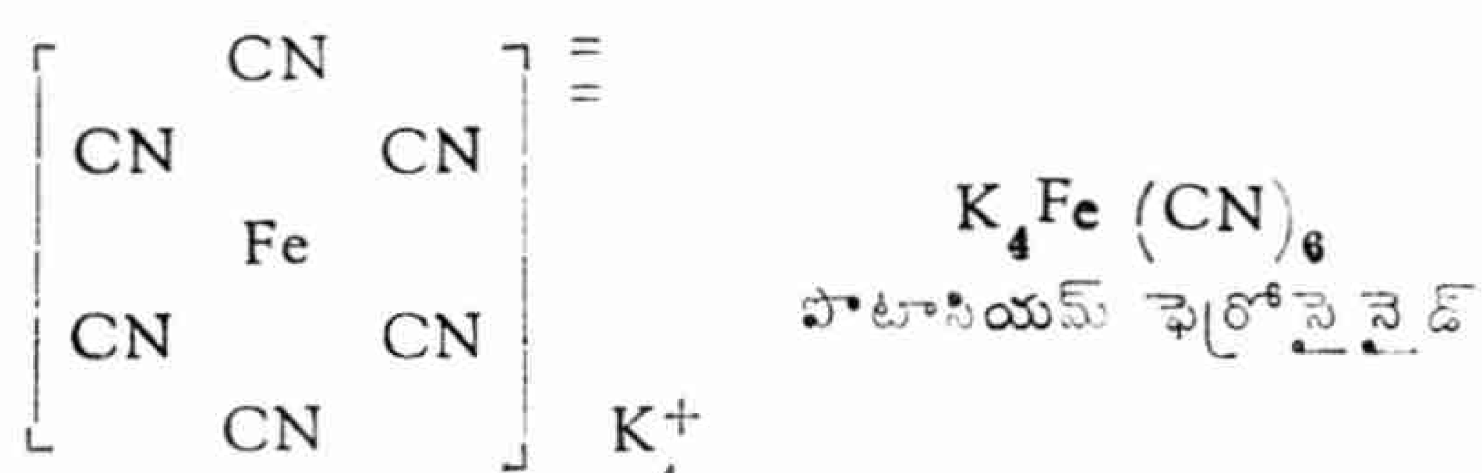
కొన్ని వెర్నర్ యౌగికముల రచన :



$[Co, 6NH_3]Cl_3$ హెక్సమీన్ కోబాల్టిక్ క్లోరైడ్

$$\left[\begin{matrix} & NH_3 & \\ NH_3 & & NH_3 \\ & Co & \\ NH_3 & & NH_3 \\ & NH_3 & \end{matrix}\right]^{+++} Cl_3^-$$





$$\left[\begin{matrix} & CN & \\ CN & & CN \\ & Fe & \\ CN & & CN \\ & CN & \end{matrix}\right]^{\equiv} K_4^+$$

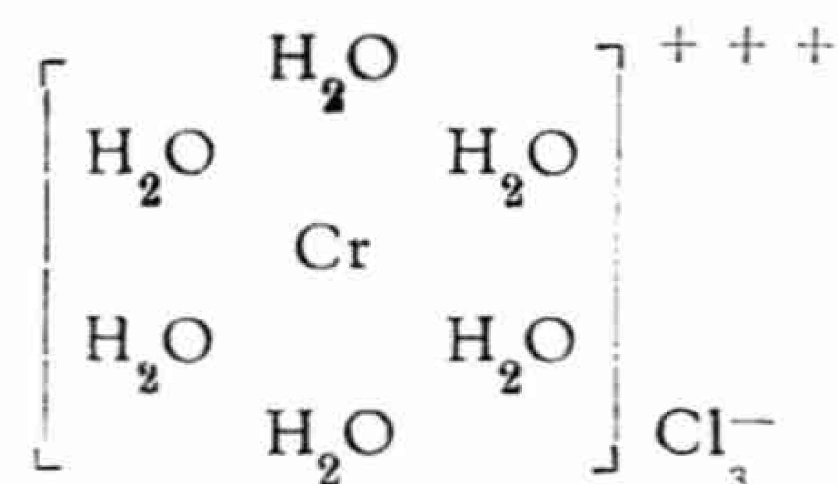
$K_4Fe(CN)_6$ పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్

సామాన్య యోజనీయతా సిద్ధాంతము బోధపరచలేని అనేక ఘట్టములను వెర్నర్ సిద్ధాంతము వివరించగలిగినది.

ఒక దృష్టాంతమును తీసికొందము : క్రోమిక్‌క్లోరైడ్ అను దిరిసెన పువ్వురంగుగల యౌగికము క్రోమిక్‌ఆక్సైడ్ $(Cr_2O_3)$ ను బొగ్గుపొడితో కలిపి క్లోరీన్ వాయు ప్రవాహములో వేడిచేసినప్పుడు ఏర్పడును. ఇది నీటిలో మెల్లగా కరగి కొంచెము వేడిచేసినచో ఆకుపచ్చ రంగుగల ద్రావణము ఏర్పడును. ఈద్రావణములోనికి హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువును పంపినప్పుడు $CrCl_3, 6\ H_2O$ అను సాంకేతికముగల ఆకుపచ్చటి స్ఫటికద్రవ్యము లభ్యమగును. తొలిద్రావణమును మరికొంత సేపు వేడిచేసి, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువును పంపినపుడు, ఊదారంగు స్ఫటికములు క్రిందకు దిగును. వీటి సాంకేతికముకూడ $CrCl_3, 6\ H_2O$ అనియే తెలిసినది.

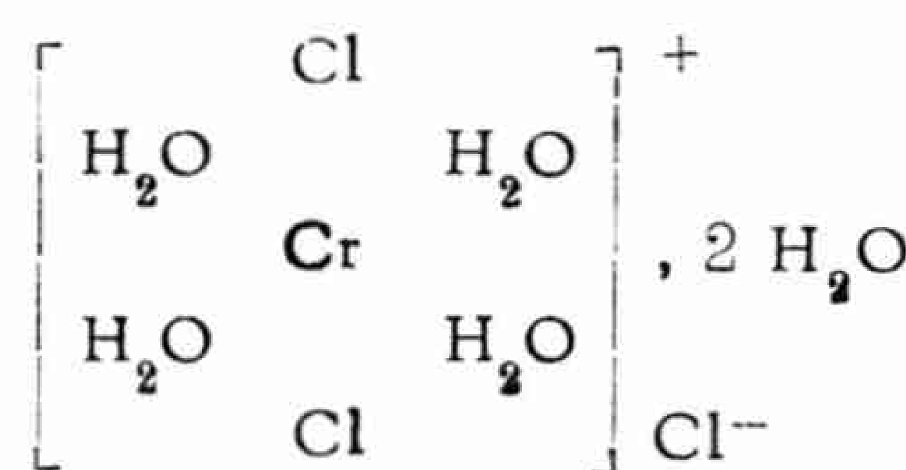
ఊదాస్ఫటికముల ద్రావణమునుండి సిల్వర్ క్లోరైడ్‌గా అవక్షిప్తమగు క్లోరీన్‌రాశి ఆకుపచ్చ స్ఫటికములనుండి అట్లు వేరుచేయవీలగు క్లోరీన్‌రాశికి మూడింతలుండును. అనగా ఆకుపచ్చ లవణము ప్రతి అణువు ఒక్కక్లోరీన్ అయన్‌ను ద్రావణములో విడుదలచేయును. అదే పరిస్థితులలో ఊదా లవణము మూడిటిని విడుదల చేయును.

ఒకే సాంకేతికము $(CrCl_3, 6\ H_2O)$ గల రెండు లవణములు భిన్నధర్మములను చూపుచున్నవి. దీనికే సమాంగతాసంఘటనము అని పేరు. దీనిని సంప్రదాయ సిద్ధాంతము వివరించలేదు. వెర్నర్ సిద్ధాంత దృష్టిలో క్రోమియమ్ పరమాణువుయొక్క సమన్వయసంఖ్య 6 కనుక ఊదాలవణరచనలో 6 జలాణువులు ప్రథమమండలములో ఆ పరమాణువుచుట్టు చేరిఉన్నవి. యౌగికములో ఉన్న మూడు క్లోరీన్ భాగములు ద్వితీయమండలములో ఉన్నవి. అందుచేతనే ఇవి అయన్‌లుగా విడిపోయినవి. ఆకుపచ్చ లవణములో రెండు క్లోరీన్ అయన్‌లు ప్రథమ మండలమును ప్రవేశించి రెండుజలఅణువులను పైకి పారద్రోలినవి.



$$\left[\begin{matrix} & H_2O & \\ H_2O & & H_2O \\ & Cr & \\ H_2O & & H_2O \\ & H_2O & \end{matrix}\right]^{+++} Cl_3^-$$

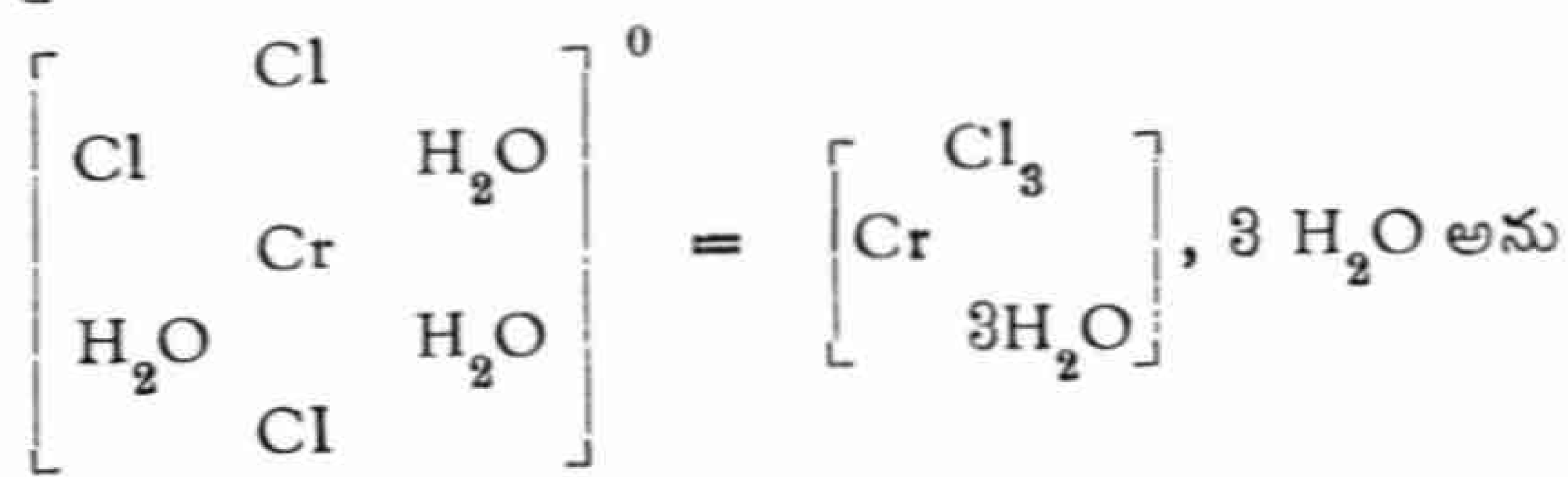
దీనిరచనలో ప్రథమ మండలము వెలుపల ఒక్కటే క్లోరీన్ భాగము ఉన్నది. ఇదే అయన్‌గావిడిపోవును.



$$\left[\begin{matrix} & Cl & \\ H_2O & & H_2O \\ & Cr & \\ H_2O & & H_2O \\ & Cl & \end{matrix}\right]^{+}, 2\ H_2O\ \ Cl^-$$

ఈ పైనున్న ఒక్క క్లోరీన్ భాగముకూడ తక్కిన రెండిటివలె ప్రథమమండ

లములోనికి దూరి మరియొక జలాణువును పైకి పార ద్రోలినచో ఏమగును ?

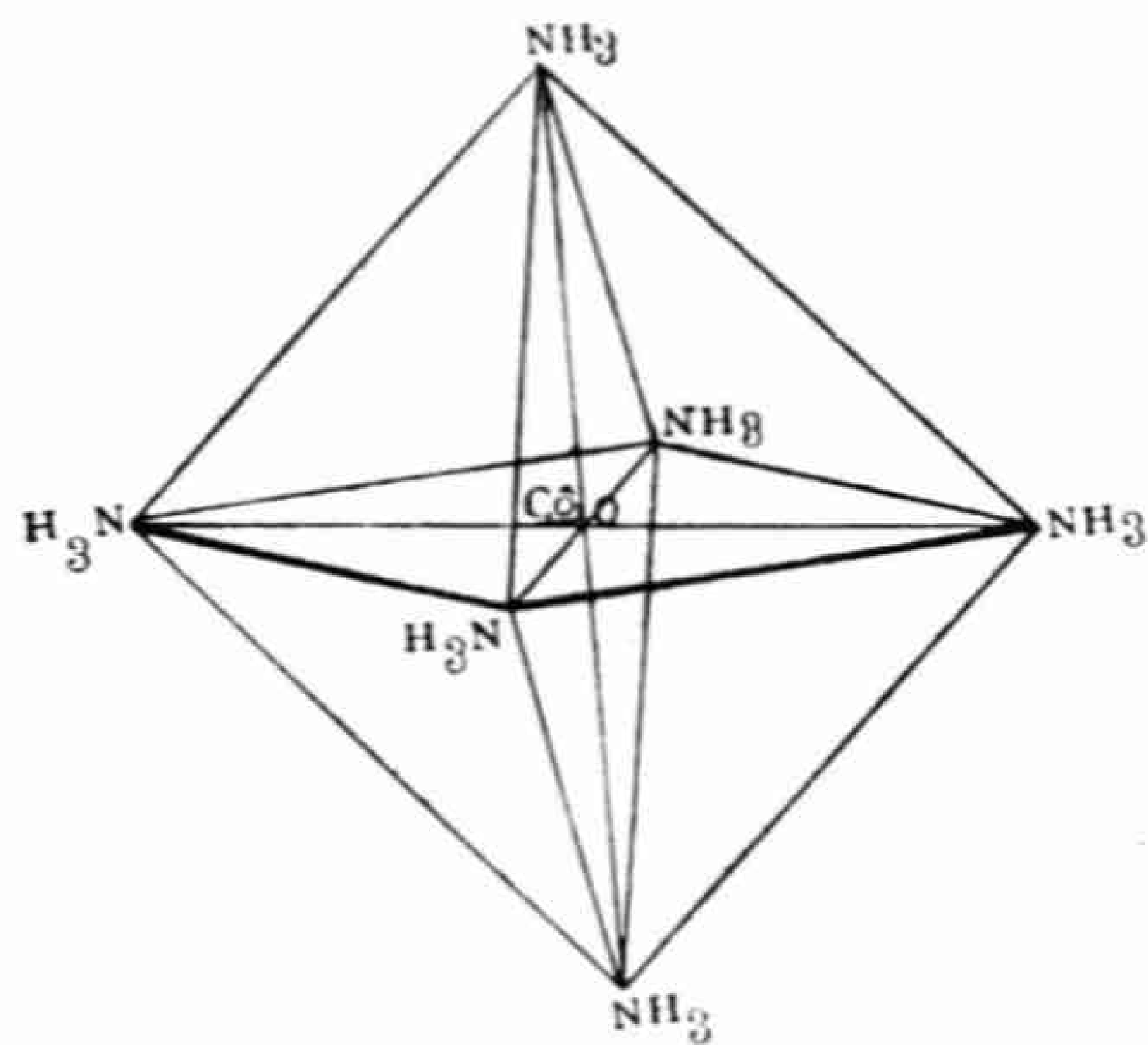



అణురచన సిద్ధించును. పైని మరి క్లోరిన్ లేకుండ ప్రథమ మండలములోనే చేరుటచే ఇది అయన్‌లను ఈయదు. అనగా ఇది విద్యుత్ వాహకముగా ఆచరించదు.

ఈ యౌగికమును తయారుచేయుట సాధ్యమైనదికాదు. కాని సర్వవిధముల దీనిని పోలిఉన్న కోబాల్ట్ యౌగికమును (దీనిలో క్రోమియమ్‌నకు బదులుగా త్రియోజనీయకోబాల్ట్, జలాణువులకు బదులుగా అమోనియా అణువులు కలవు) తయారుచేయవచ్చును. ఈ యౌగికము అవిద్యుద్వాహకమని ప్రయోగముచే రుజువైనది.

$$\left[\mathrm{Co}\ \begin{matrix} 3NH_3 \\ Cl_3 \end{matrix}\right]^0$$

కేంద్రపరమాణువుచుట్టు వేరువేరు ప్రదేశములలో సమన్వితమైన గణములు సౌష్ఠవక్రమమును అనుసరించి అమరి ఉండునని వెర్నర్ సూచించెను. సమన్విత అంగ



హెక్సెమీన్‌కోబాల్టిక్ క్లోరైడ్ రచన

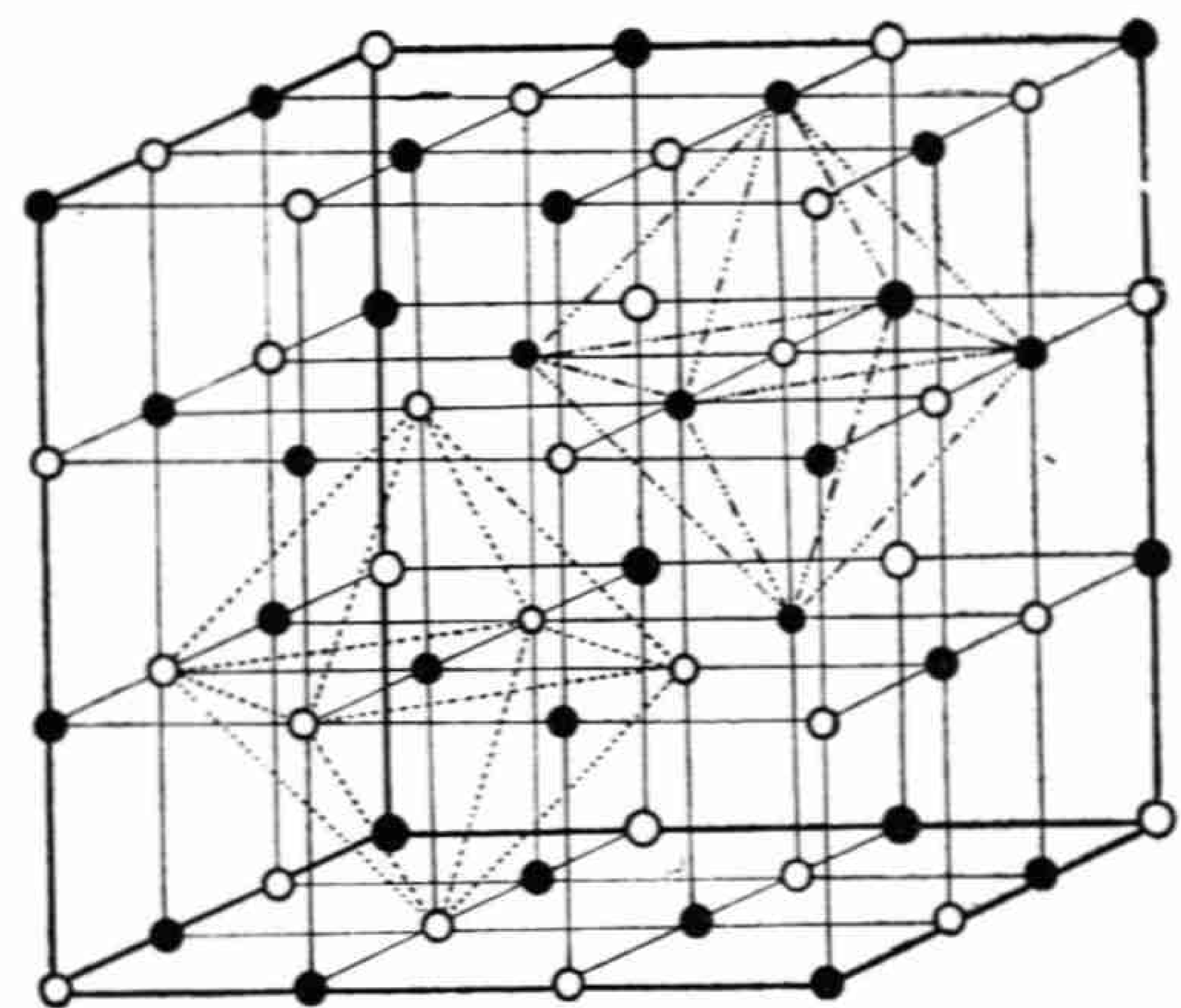
ముల దిగ్విన్యాసమే నిజమైనచో, ఆవిన్యాసమందు సౌష్ఠవము లుప్తమై యౌగికాణువు అసౌష్ఠవమును చూపుసందర్భము లన్నిట కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రములో పరిచితమగు విన్యాస సమాంగతాభేదములగు జ్యామితీయసమాంగత, చాక్షుషసమాంగత మొదలగు సంఘటనలు పొడసూపవలెను. ఈ విన్యాససమాంగతా భేదములు అన్నియు, క్లిష్ట యౌగికములందు వెర్నర్‌చే రుజువు చేయబడినవి. ఈ దిగ్విన్యాసము వెర్నర్ సిద్ధాంతమునకు దృష్టాంతములైన క్లిష్టయౌగికములందేకాక సోడియమ్ క్లోరైడ్, పొటాసియమ్ క్లోరైడ్‌వంటి సరళయౌగికముల స్ఫటికరచనయందు కూడ ప్రధాన అంగమైనట్లు X-కిరణపరీక్షవలన తెలిసినది.

వెర్నర్‌చే పరిశోధించబడిన హెక్సెమీన్ కోబాల్టిక్ క్లోరైడ్ యొక్క రచనను సోడియమ్‌క్లోరైడ్ స్ఫటిక రచనతో సరిపోల్చి చూచిన పైవిషయము విశదము అగును.

మే. వ. న.

**యోజనీయతాభావము-II :** ఈ విభాగమునందు ఎలక్ట్రానిక్ విన్యాసమునుగూర్చి విశదీకరించబడును (చూ. యోజనీయతాభావము-I - పు. 554). యౌగికములందు యోజనీయత మూడు విధములుగ కన్పట్టుచున్నది. ఆయా విధానములు వరుసగా దిగువ చర్చించబడినవి :

**లవణాంగముల మధ్య ఉండు యోజనీయత :** ప్రతి లవణమును ధాత్వంగము (లేదా లవణాధారాంగము), ఆమ్లాంగము అను రెండు అంగముల సంఘాతము. ఈ రెండు అంగములును విద్యుదావేశములను కలిగి ఉండును. ధాత్వంగము ధనావేశమును, ఆమ్లాంగము ఋణావేశమును కలిగియుండును. ఈ ఆవిష్టాంగములకు అయన్‌లు అనిపేరు. (చూ. విద్యుత్‌రాసాయనికశాస్త్రము-I). అందువలన లవణములను అయన్ యౌగికములని మనము

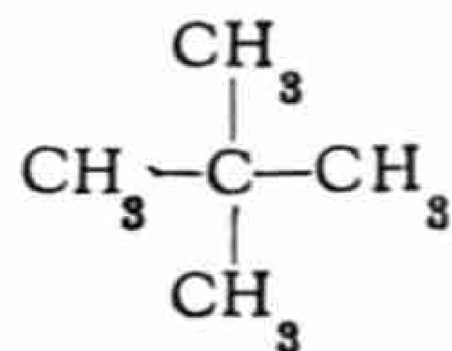

సోడియమ్‌క్లోరైడ్ స్ఫటికరచన

భావించవచ్చును. లవణాణువు ధాత్వంగమువైపు ధనావేశమును, ఆమ్లాంగమువైపు ఋణావేశమును కలిగియుండును. కనుక దీనికి ద్విధ్రువకము అనిపేరు. ఏ ద్రవ్యాణువునందు అయిన ధన, ఋణ ఆవేశములు వేరువేరుగా ఉన్నప్పుడు ఆ అణువునకు ద్విధ్రువకము అనిపేరు. ఈ ద్విధ్రువకాంగములను కలిపి ఉంచు యోజనీయతాబంధనమునకు ధ్రువకబంధమనియు, యౌగిక

మును ధ్రువితయౌగికమనియు అందురు. దృష్టాంతము : సోడియమ్ క్లోరైడ్ ($Na^+Cl^-$).

**సమయోజనీయత :** ఆవేశముల పృథక్కరణములేకుండ పరమాణువునకు, పరమాణువును గణమునకు, గణములను గణములకు కలుపు యోజనీయతకు సమయోజనీయత, (కోవేలెన్సీ) లేదా అధ్రువక యోజనీయత అని పేరు. ఈ యోజనీయతా బంధమునకు సమయోజనీయబంధము లేదా అధ్రువకబంధము అని పేరు.

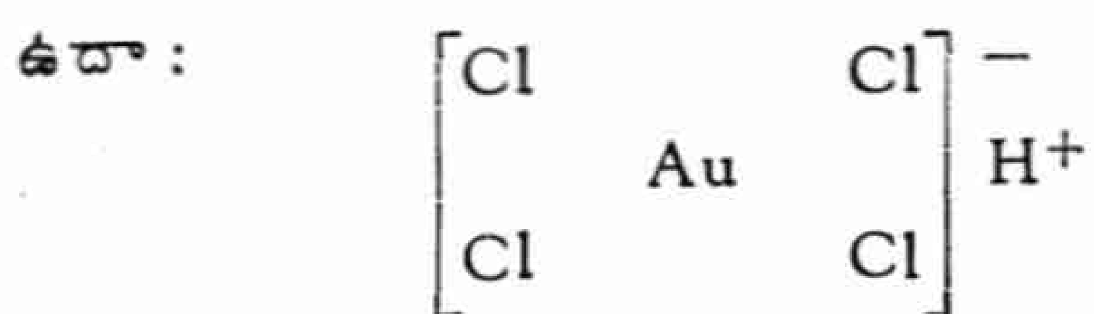
ఉదా : $H-H\ (H_2)$ ; $O-O\ (O_2)$ $N-N\ (N_2)$ ; $CH_4$ ; $CH_3-CH_3$ :




మొదలైనవి. కార్బన్ యౌగికములందు అంతట ఈ సమయోజనీయత చాల ప్రచురముగా ఉండును.

**యోజనీయత, సహకారి :** వెర్నర్ సిద్ధాంత ప్రకారము సహకారి యోజనీయతమూలమున యౌగికమునందుండు కేంద్రపరమాణువుచుట్టు సమన్వితములైన ఘటకములను ఆ పరమాణువునకు కలుపు యోజనీయత మూడవది. ఇదియు ఒక విధమగు సమయోజనీయతయే దీనిని సమన్వయ సమయోజనీయత (కో ఆర్డినేటివ్ కోవేలెన్సీ) లేదా సంప్రదాన సమయోజనీయత (డేటివ్ కోవేలెన్సీ) అందురు. ఈ బంధమును సంప్రదానబంధము అందురు.

ఉదా :




యౌగికముల భౌతిక రాసాయనిక ప్రవర్తనను అనుసరించి కల్పించబడిన ఈ యోజనీయతా భేదముల సార్థకత పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ రచనయందు సమర్థింపబడినది. ఇప్పుడు ఆ విషయమును పరిశీలింతము.

**యోజనీయత-ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్ వివరణ :** దీనిని ఎలక్ట్రానిక్ ఇంటర్‌ప్రెటేషన్ ఆవ్ వేలెన్సీ అందురు.ఆధునిక భౌతికశాస్త్ర పరిశోధనల ఫలితముగ ద్రవ్యరచనయందు పరమాణువు అంతిమకణము కాదనియు ప్రోటాన్, న్యూట్రాన్, ఎలక్ట్రాన్ అను మౌలికకణముల కూర్పు అనియు, పరమాణువు కేంద్రస్థానమున ధన విద్యుదావిష్టము, భారయుతము అగు కేంద్రము ఉండుననియు, దానిచుట్టు పరమాణు రచనయందు ఇమిడిఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లు పొరలలో క్రమముగా అమరియున్నవి అనియు, పరమాణు రచన (చూ. పు. 457) లో వివరించి ఉంటిమి. చివరపొరలో ఉండు ఎలక్ట్రాన్‌లే మూలద్రవ్యముయొక్క రాసాయనిక ప్రవృత్తికి కారణములని కూడ అచ్చటనే చెప్పియుంటిమి. వీటికే యోజనీయతా ఎలక్ట్రాన్‌లు అని పేరు.

అపురూపవాయు పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ రచనయందు పై పొరలో 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండునని నిరూపించితిమి. ఆవర్తక్రమములో అపురూపవాయువులకు కుడి ఎడమల నుండు మూలద్రవ్యములు రాసాయనికముగా ఇతరమూల ద్రవ్యములతో సంయోగించునపుడు వాటి పై పొరలలో నున్న ఎలక్ట్రాన్ రచనలను, అపురూపవాయువుల రచనకు సమానముగా చేసికొనుటకు ప్రయత్నించును. అనగా వాటి ఆఖరు పొరలోనున్న ఎలక్ట్రాన్ సంఖ్యను పై పరమాణువుల నుండి ఎలక్ట్రాన్‌లను గ్రహించియో లేదా పై పరమాణువులకు వాటి ఎలక్ట్రాన్‌లను దానముచేసియో అపురూపవాయువుల పై పొరలలోనున్న ఎలక్ట్రాన్ సంఖ్య ఎనిమిదిని గ్రహించ యత్నించును. ఈ అష్టకపూర్తి ప్రయత్నమునందే పరమాణువుల రాసాయనిక ప్రవృత్తి మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్నది.

ఆవర్తక్రమములోనున్న మూలద్రవ్యముల మొదటి రెండు వరుసలును, అపురూపవాయువులు మధ్యస్థముగా ఉండునట్లు సర్ది వ్రాసినచో పై విషయము విశదమగును :

| N | O | F | Ne | Na | Mg | Al |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (2,5) | (2,6) | (2,7) | (2,8) | (2,8,1) | (2,8,2) | (2,8,3) |
| P | S | Cl | Ar | K | Ca | Sc |
| (2,8,5) | (2,8,6) | (2,8,7) | (2,8,8) | (2,8,8 1) | (2,8,8,2) | (2,8,8,3) |

పై వరుసలలో మూలద్రవ్యముల సంకేతముల క్రింద ఉన్న అంకెలు ఆ పరమాణువులయొక్క ఎలక్ట్రాన్ రచనలను సూచించును.

పై వరుసలో నీయాన్ పరమాణు రచనను, దానికి కుడి ఎడమలనున్న సోడియమ్, ఫ్లోరీన్ పరమాణు రచనలను పరిశీలింతము. నీయాన్ పరమాణువుయొక్క పై పొరలో 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నవి. ఫ్లోరీన్ పై పొరలో ఏడు ఉన్నవి. సోడియమ్ పై పొరలో ఒకటియే ఉన్నది. సోడియమ్ పరమాణువు ఫ్లోరీన్ పరమాణువుతో సంయోగించుటకు కారణమును 'కాస్సెల్' అను జర్మను రాసాయనికుడు ఇట్లు సూచించెను : సోడియమ్ పరమాణువు పై పొరలోనున్న ఒంటి ఎలక్ట్రాన్‌ను ఫ్లోరీన్‌కు ఇచ్చివేసినచో సోడియమ్ రచనలో రెండవపొరలో ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్‌లు మిగిలియుండును. అట్లు సోడియమ్ రచన ప్రక్కనున్న నీయాన్ రచన (2, 8) తో సమముగానగును. ఫ్లోరీన్ పరమాణువు సోడియమ్‌నుండి ఆ ఎలక్ట్రాన్‌ను

గ్రహించి తన పడింటికి చేర్చి పై పొరలలో ఎనిమిది ఎలక్ట్రాన్‌లను అమర్చుకొనును. ఇట్లు ఫ్లోరీన్ కూడ నీయాన్ రచనను ఆర్జించును. ఇట్లు సోడియమ్ ఫ్లోరీన్ పరమాణువుల రెండిటి రచనలలో అష్టకసంఖ్య సిద్ధించినది. ఈ అష్టకసంఖ్యను పై పొరలోనుండ చూచుకొను ప్రయత్నమే మూలద్రవ్యముల రాసాయనిక ప్రవృత్తిగా మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్నదని పైని చెప్పియుంటిమి. ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను విడిచిపెట్టుటచేత కేంద్రకముపై ఉన్న ధనావేశమును సమీకరించుటకు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఋణావేశము కొరవడుటచే సోడియమ్ ధనావిష్టమైనది. అట్లే ఫ్లోరీన్ పరమాణువు ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను గ్రహించుటచే దాని కేంద్రక ధనావేశమును సమీకరించుచున్న ఎలక్ట్రాన్‌ల మొత్తపు ఋణావేశముకన్న ఒక యూనిట్ ఎక్కువైన ఋణావేశము కలిగినదైనది :

| సంయోగమునకు ముందు | | సంయోగము తరువాత | |
|---|---|---|---|
| Na + F | | $Na^{+}$ + | $F^{-}$ |
| (2,8,1) | (2,7) | (2,8) | (2,8) |
| | | అష్టకపూర్తి | అష్టకపూర్తి |

ఇట్లు సంయోగకార్యఫలముగా ఆవిష్టమైన సోడియమ్-ఫ్లోరీన్ అయన్‌లమధ్య ఉద్భవించు కూలామ్ విద్యుత్ ఆకర్షణబలమే ఆ రెండు అయన్‌లను కూడకట్టి యోజనీయతా బంధముగా ఆచరించుచున్నది.

పై రెండవ వరుసలో ఆర్గాన్‌కు ఇటుఅటు ఉన్న పొటాసియమ్, క్లోరీన్ రాసాయనిక సంయోగవ్యాపారమును కూడ పై విధముగనే వివరించవచ్చును :

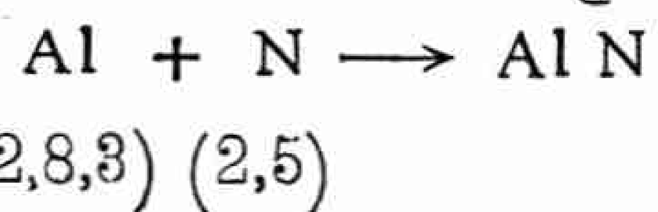
| సంయోగమునకుముందు | | సంయోగముతరువాత | |
|---|---|---|---|
| K + | Cl | $K^{+}$ + | $Cl^{-}$ |
| (2,8,8,1) | (2,8,7) | (2,8,8) | (2,8,8) |
| అష్టకమునకు ఒక ఎలక్ట్రాన్ ఎక్కువ | అష్టకమునకు ఒక ఎలక్ట్రాన్ తక్కువ | అష్టకపూర్తి | అష్టకపూర్తి |

ఇప్పుడు నీయాన్‌కు ఇటునటు ఇంకొక గడి దూరములో ఉన్న మగ్నీషియమ్, ఆక్సిజన్ రాసాయనిక సంయోగమును విచారింతము :

| సంయోగమునకుముందు | | సంయోగముతరువాత | |
|---|---|---|---|
| Mg + | O | $Mg^{++}$ + | $O^{--}$ |
| (2,8,2) | (2,6) | (2,8) | (2,8) |
| అష్టకపూర్తికి 2 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎక్కువ | అష్టకపూర్తికి 2 ఎలక్ట్రాన్‌లు తక్కువ | అష్టకపూర్తి | అష్టకపూర్తి |

మగ్నీషియమ్ - ఆక్సిజన్ ద్వియోజనీయత రెండుఎలక్ట్రాన్‌లను ఇచ్చుట, రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను పుచ్చుకొనుటలో వ్యక్తమగుచున్నది.

పైని వివరించిన కాస్సెల్ సిద్ధాంతము ధ్రువితయౌగికముల (అయన్ యౌగికముల) యోజనీయతాబంధములను వివరించుటలో జయమును గాంచినది. కాని నీయాన్‌కు మూడుగళ్ళదూరములో ఉన్న అల్యూమినియము నైట్రోజన్‌తో సంయోగించినపుడు, ఈ రెండిటిమధ్య జరుగు రాసాయనికసంయోగవ్యాపారమును కాస్సెల్ సిద్ధాంతము వివరించలేకపోయినది. మునుపటియట్లు సమీకరణమును ఈ సంయోగమునకు కూడ వ్రాయుదము :



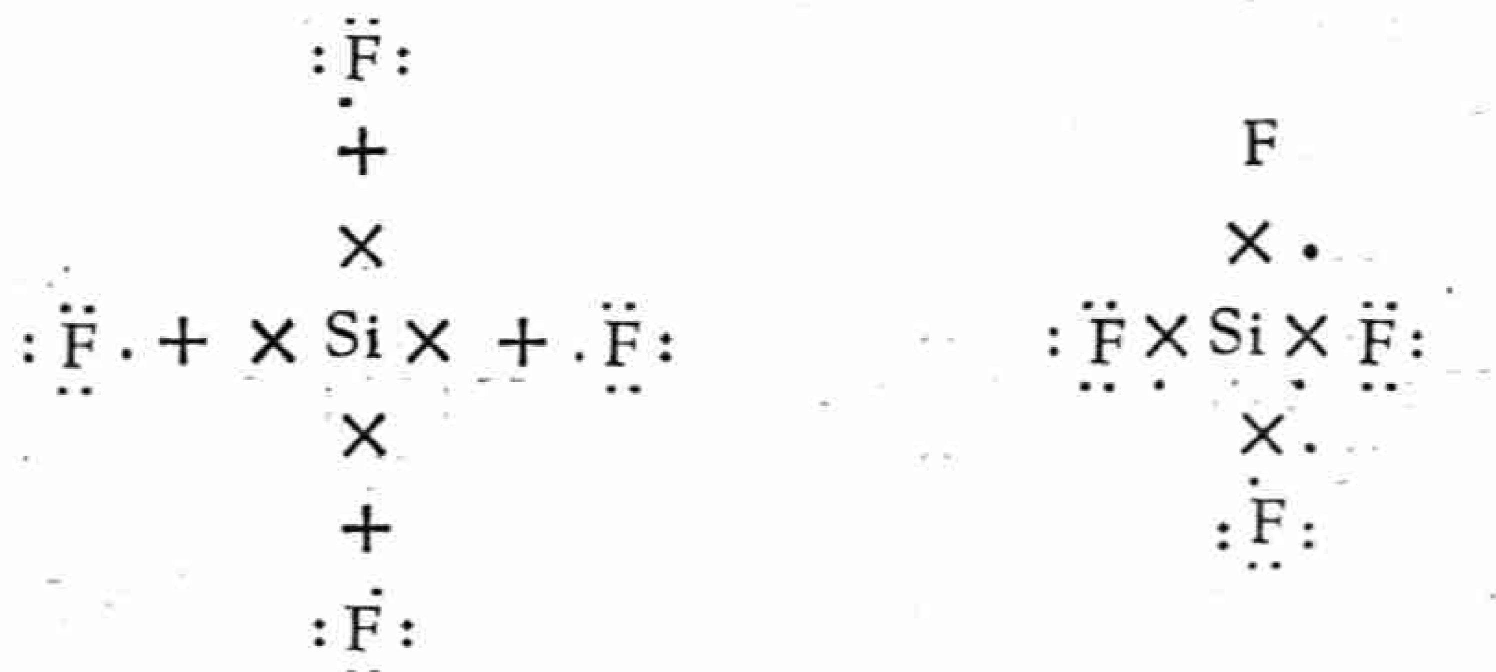

అల్యూమినియము తన రెండవపొరలోఉన్న అష్టకము ఉంచుకొని తన పై పొరలోనున్న మూడు ఎలక్ట్రాన్‌లను నైట్రోజన్ ఇచ్చివేసినచో రెండింటి అష్టకములు కూడ పూర్తియగును. అట్టిచో అల్యూమినియము త్రిధాధనావిష్టము, నైట్రోజన్ త్రిధాఋణావిష్టము కావలయును. అల్యూమినియము నైట్రోజన్‌తో రాసాయనికముగా సంయోగించి Al N అను సాంకేతికముగల యౌగికము ఏర్పడుట నిజమే. కాని ఈయౌగికము అయన్ యౌగికము కాదు, ఏలన అయన్‌యౌగికమునకు ఉండవలసిన భౌతికరాసాయనికధర్మములు దీనికి లేవు. అనగా ఈ యౌగికమును $Al^{+++}$ $N^{---}$ అని ధ్రువితయౌగికముగా వ్రాయుటకు వీలులేదు. అయన్ జనకములు కానట్టి అల్యూమినియము నైట్రైడ్‌వంటి అకర్బన, కార్బన్ యౌగికములు వేలకొలది ఉన్నవి. వీటి సంఖ్యతో సరిపోల్చిచూచిన అయన్ యౌగికములసంఖ్య చాలవరకు సంకుచితముగా ఉన్నది. అందువలన కాస్సెల్ సిద్ధాంతము కొద్దిసంఖ్యలో ఉన్న ధ్రువితయౌగికముల యోజనీయతలనే వివరించగలిగినది ; అధ్రువిత యౌగికములజోలికి పోనేరదు.

ఇట్టి అధ్రువిత యౌగికముల యోజనీయతా బంధములను వివరించుటకు యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడగు గిల్బర్ట్ ఎన్. లూయీ వేరొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ఈయన అభిప్రాయములో అధ్రువిత యోజనీయతాబంధము ఏర్పడినపుడు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఒక పరమాణువు నుండి ఇంకొకదాని మీదికి దాటివేయవు. ప్రతిబంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్‌ల చొప్పున పరస్పరము సంయోగించుచున్న పరమాణువులు తమ పై పొరలలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లను మొత్తముగా పంచుకొని వాటి అష్టక

ములను పరస్పరము పూర్తి చేసికొనును. ఎలక్ట్రాన్‌లు పరమాణురచనా పరిధినుండి పైకి పోకుండుటచే పరమాణువులు ధ్రువితయౌగికములందువలె అయన్‌లుగా మారవు.

అధ్రువితయౌగికములకు దృష్టాంతమగు సిలికన్ టెట్రా ఫ్లోరైడ్‌యౌగికము ఎట్లుఏర్పడునో విచారింతము. సిలికన్ ఎలక్ట్రాన్‌రచన (2,8,4); ఫ్లోరీన్ ఎలక్ట్రాన్ రచన ఇదివరకే సూచించినట్లు (2,7). ఒక సిలికన్‌పరమాణువు నాలుగు ఫ్లోరీన్‌పరమాణువులతో సంయోగించును. ఇచ్చటకూడ అష్టకపూర్తియే సంయోగప్రయోజనము. సిలికన్ యొక్క పై పొరలో ఉన్న నాలుగుఎలక్ట్రాన్‌లును నాలుగు ఫ్లోరీన్ పరమాణువులరచనలో అష్టకపూర్తిని కావించును.

నాలుగుఫ్లోరీన్‌పరమాణువులలో ప్రతిదియు తన ఏడవ ఎలక్ట్రాన్‌కు చేర్పుగా సిలికన్‌నుండి ఒకఎలక్ట్రాన్‌ను స్వీకరించుటయేగాక దానితో ఏడవఎలక్ట్రాన్‌ను కలిపి, సిలికన్‌కు పంచియిచ్చును. ఈపంపకముఫలితముగా ప్రతి యోజనీయతాబంధమునకు రెండేసిఎలక్ట్రాన్‌లు సిలికన్, ఫ్లోరీన్ పరమాణువులమధ్య ఉమ్మడిగా అందుబాటులో ఉండును. ఈవిషయము క్రింది చిత్రమును చూచిన బోధపడును:

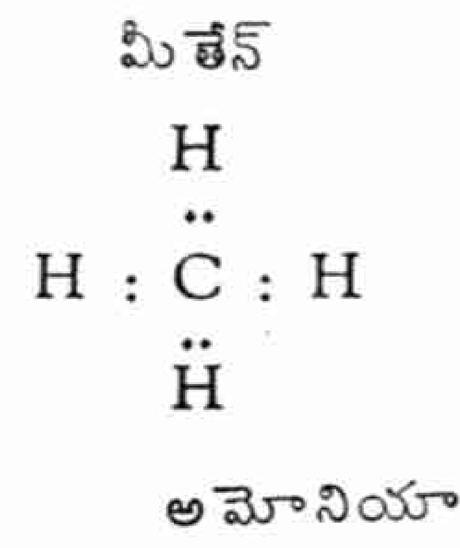



సంయోగమునకుముందు — సంయోగమునకుతరువాత

ఫ్లోరీన్ రచనలోఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లను సిలికన్‌రచనలో ఉన్నవాటికన్న భిన్నములుగా తెలుపుటకు సిలికన్ ఎలక్ట్రాన్‌లు 'X' గుర్తుచే తెలుపబడినవి. సంయోగానంతరము కేంద్రమందున్న సిలికన్ పరమాణువుచుట్టు బంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్‌లచొప్పున నాలుగు బంధములతో కలుపబడి నాలుగు ఫ్లోరీన్ పరమాణువులు ఉన్నవి. సంయోగఫలముగా ఇటు కేంద్రస్థానమునఉన్న సిలికన్ పరమాణువు యొక్క అష్టకము పూర్తియైనది; అటు నాలుగు ఫ్లోరీన్ పరమాణువుల అష్టకములును పూర్తియైనవి. ఈఅష్టకపూర్తి పరమాణువునుండి పరమాణువునకు ఎలక్ట్రాన్‌స్థానచలనమువలన గాక ఎలక్ట్రాన్ పంపకమువలన సిద్ధించినది. ఈపంపకమే అధ్రువిత, లేదా సమయోజనీయతాబంధమునకు విశిష్టలక్షణము.

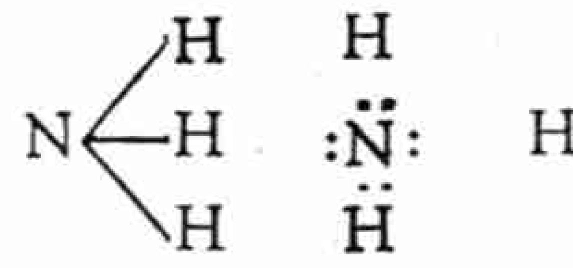
మరికొన్ని అధ్రువితయౌగికములు, వాటి ఎలక్ట్రాన్ రచనలు:

మీథేన్



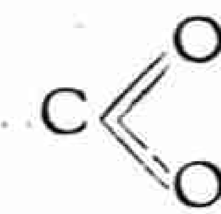

కార్బన్ చుట్టును ఉన్న నాలుగు బంధములును సమయోజనీయతా బంధములే.

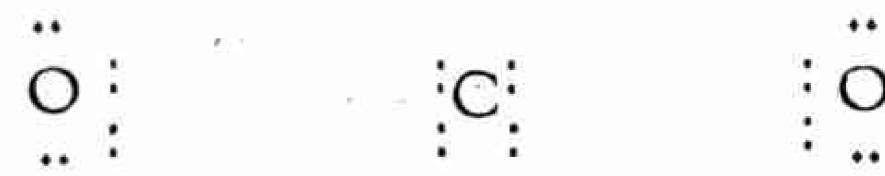
అమోనియా




ఇందులో ఎడమన ఉన్న రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లకు బంధము ఏదియులేక విడిగానుండుట కననగును. ఈ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లకు విడిజంట (లోన్ పెయిర్) అని పేరు.

కార్బన్ డైఆక్సైడ్

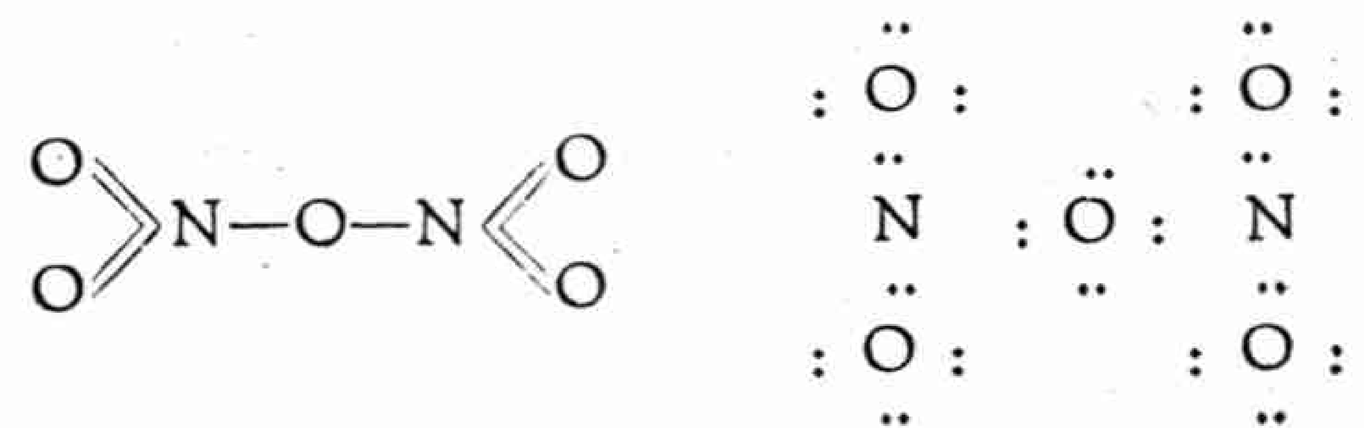



అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి అష్టకపూర్తి

ఒకప్పుడు యౌగికములో అష్టకపూర్తి లేనిపరమాణువులు కూడ ఉండవచ్చును.

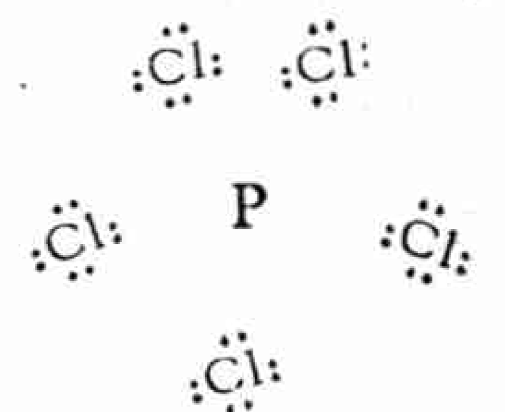
ఉదా: నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్

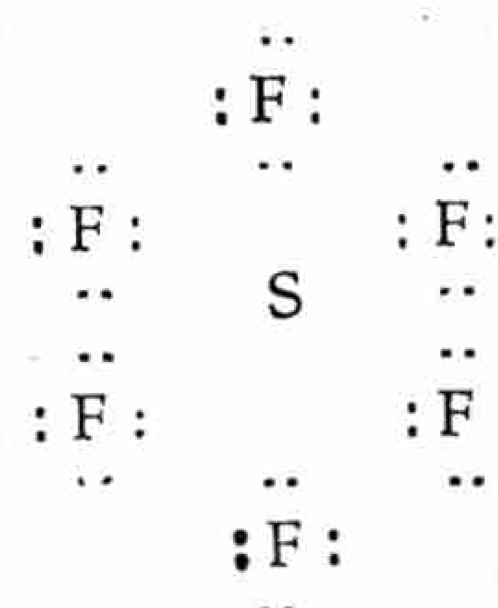



ఇచ్చట రెండు నైట్రోజన్‌పరమాణువులకును అష్టకపూర్తి కాలేదు. అష్టకపూర్తికి రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లు కొరవడినవి. సమయోజనీయ యౌగికములయందు ఒక పరమాణువు యోజనీయత నాలుగుకన్న ఎక్కువైనపుడు దానిచుట్టు ఎలక్ట్రాన్‌ల దశకముగాని ద్వాదశకముగాని చేర్చవచ్చును.

దశకము

ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్‌లో భాస్వరము (ఫాస్ఫరస్) చుట్టుచేరినది.

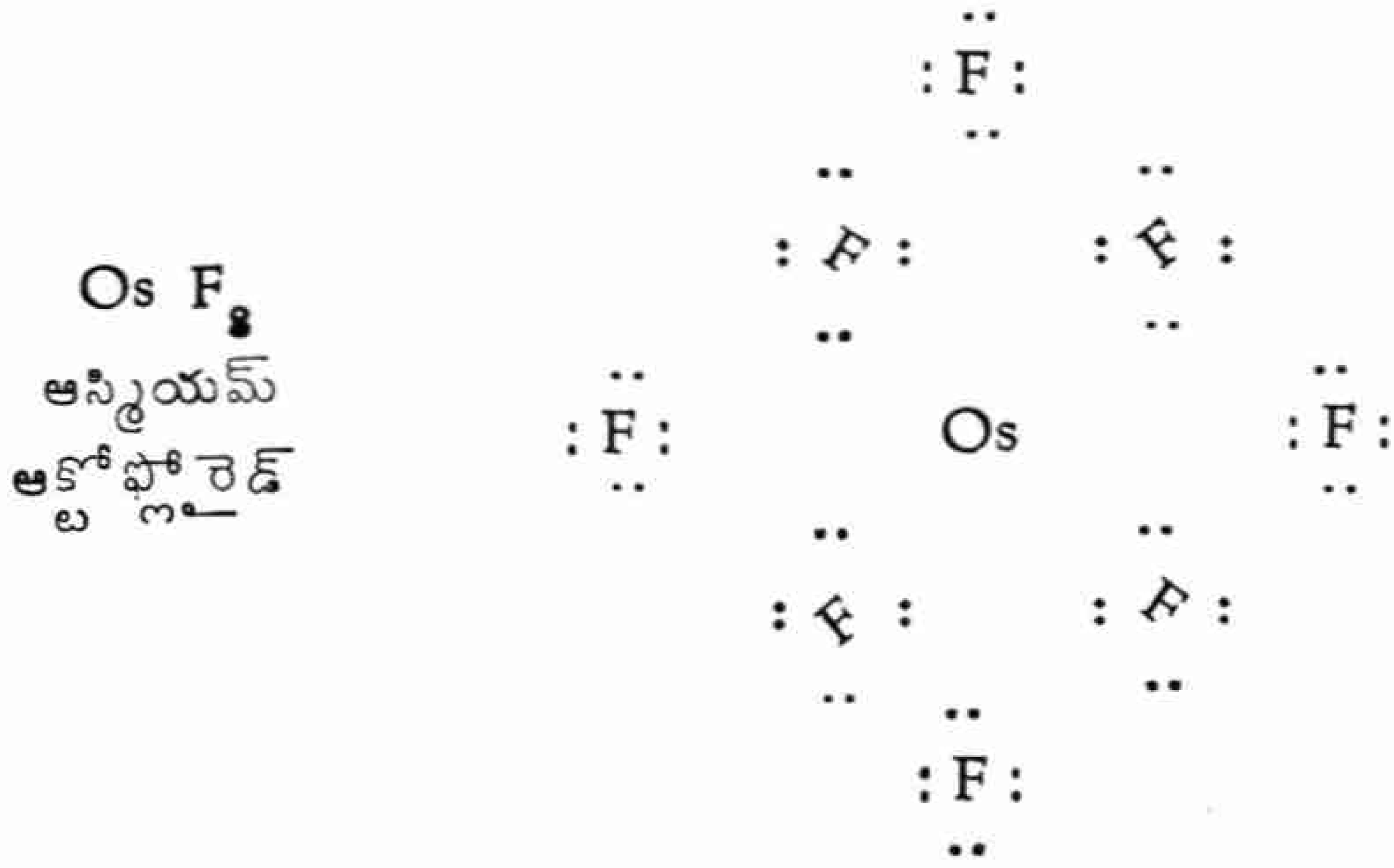



ద్వాదశకము

సల్ఫర్ హెక్సాఫ్లోరైడ్‌లో గంధకము (సల్ఫర్) చుట్టు చేరినది.

ఆస్మియమ్ ఫ్లోరైడ్‌లో ఆస్మియమ్‌ధాతువు యోజనీయత 8 (ఈ ధాతువు ఆవర్తక్రమములో 8వ వర్గములో ఉన్నది). అందువలన ప్రతియోజనీయతా బంధమునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్‌ల చొప్పున ఆస్మియమ్‌చుట్టు 8 ఫ్లోరీన్ పరమాణువులను బంధించుచు 16 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండవలయును; అనగా ఇచ్చట షోడశకము సిద్ధించినది :

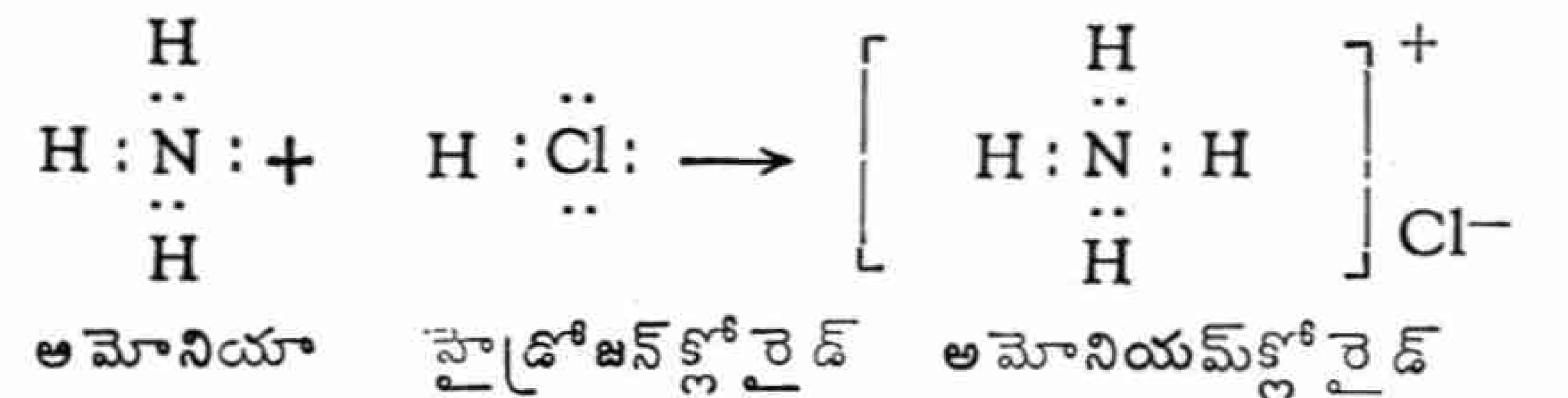



ధ్రువిత, లేదా విద్యుత్ యోజనీయతాబంధములచే ఏర్పడిన యౌగికములకు, సమయోజనీయతాబంధములచే ఏర్పడిన యౌగికములకు గుణములలో చాలవ్యత్యాసము కలదు. మొదటివి ద్రావణస్థితిలో లేదా ద్రవీభూత స్థితిలో మంచివిద్యుత్ వాహకములు. వేడికి అవి సులభముగా ఆవిరిగా మారవు. వాటిద్రవీభవనతాపక్రమము కూడ చాల ఎక్కువే. రెండవరకపు యౌగికములు అవిద్యుత్‌వాహకములు, బాష్పశీలములు, అనగా తక్కువ తాపక్రమములలోనే ఆవిరిగా మారును. సమయోజనీయతాబంధములు పరమాణువులమధ్య దృఢబంధములను ఏర్పరచుటవలన ఈబంధముల దిగ్విన్యాసమునకు అవకాశము ఉన్నది. ఉదాహరణమునకు కార్బన్ పరమాణువు చుట్టునున్న నాలుగు సమయోజనీయతాబంధములును దానిచుట్టు కల్పించబడిన సమచతుస్తలకము యొక్క నాలుగు కోణములవైపు విస్తరించిఉండును. ఇట్టి దిగ్విన్యస్తబంధములే కార్బన్ యౌగికములందు తరుచుగా అగపడు విన్యాస సమాంగతా (స్టీరియో - ఐసోమెరిజమ్) సంఘటనలకు బీజము (చూ. సమాంగ రూపత).

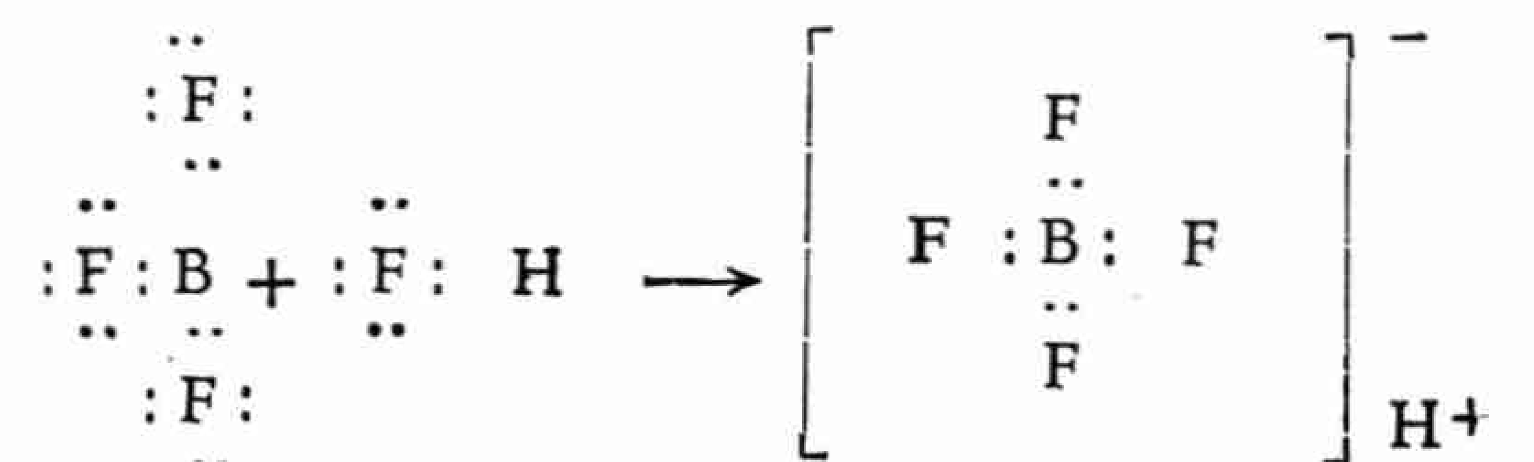
ఈ రెండు రకముల యోజనీయతాబంధములు కాక మరియొక మూడవరకము వెర్నర్ యౌగికములలో మనకు తారసిల్లుచున్నది. దీనికి సహకారియోజనీయతా బంధము అని పేరు. ఇదికూడ రెండవరకపుబంధమువలె సమయోజనీయతాబంధస్వభావము కలిగినదియే. అనగా ఇదికూడ ద్విఎలక్ట్రాన్ బంధమే. కాని, ఈ యౌగికములందు సంయుక్తములైన పరమాణువులమధ్య ఏర్పడు ద్విఎలక్ట్రాన్ బంధమునకును, సమయోజనీయయౌగికములందు తారసిల్లు ద్విఎలక్ట్రాన్ బంధమునకును ఒకముఖ్యమైన వ్యత్యాసమున్నది. సమయోజనీయబంధములో పాల్గొను రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను, బంధితములైన రెండుపరమాణువులును చెరియొక ఎలక్ట్రాన్ చొప్పున ఇచ్చినవి. సహకారియోజనీయతా బంధమందు రెండుఎలక్ట్రాన్‌లనుకూడ ఒకేపరమాణువు వితరించును. ఈ విషయము ఒకదృష్టాంతముచే బోధపరచుకొనన యత్నింతము. అమోనియా రచనయందు హైడ్రోజన్ పరమాణువులచే ఆక్రమితముగాని విడి ఎలక్ట్రాన్ జంట ఒకటి కలదు. నైట్రోజన్‌తో సహకార యోజనీయతా బంధము చే బద్ధమగు ఏ పరమాణువునకైన నైట్రోజన్ ఆ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను ఇచ్చుటకు సంసిద్ధముగా ఉన్నది. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ రచనలోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుయొక్క అష్టకపూర్తికై తనఒంటిఎలక్ట్రాన్‌ను సమర్పించి తను ఎలక్ట్రాన్‌రహిత స్థితిలోనికి, అనగా అయన్ స్థితిలోనికి మారినది. $H^+ : \ddot{\underset{..}{Cl}} :$

$$\begin{array}{c} H \\ H : \ddot{N} : \\ H \end{array}$$

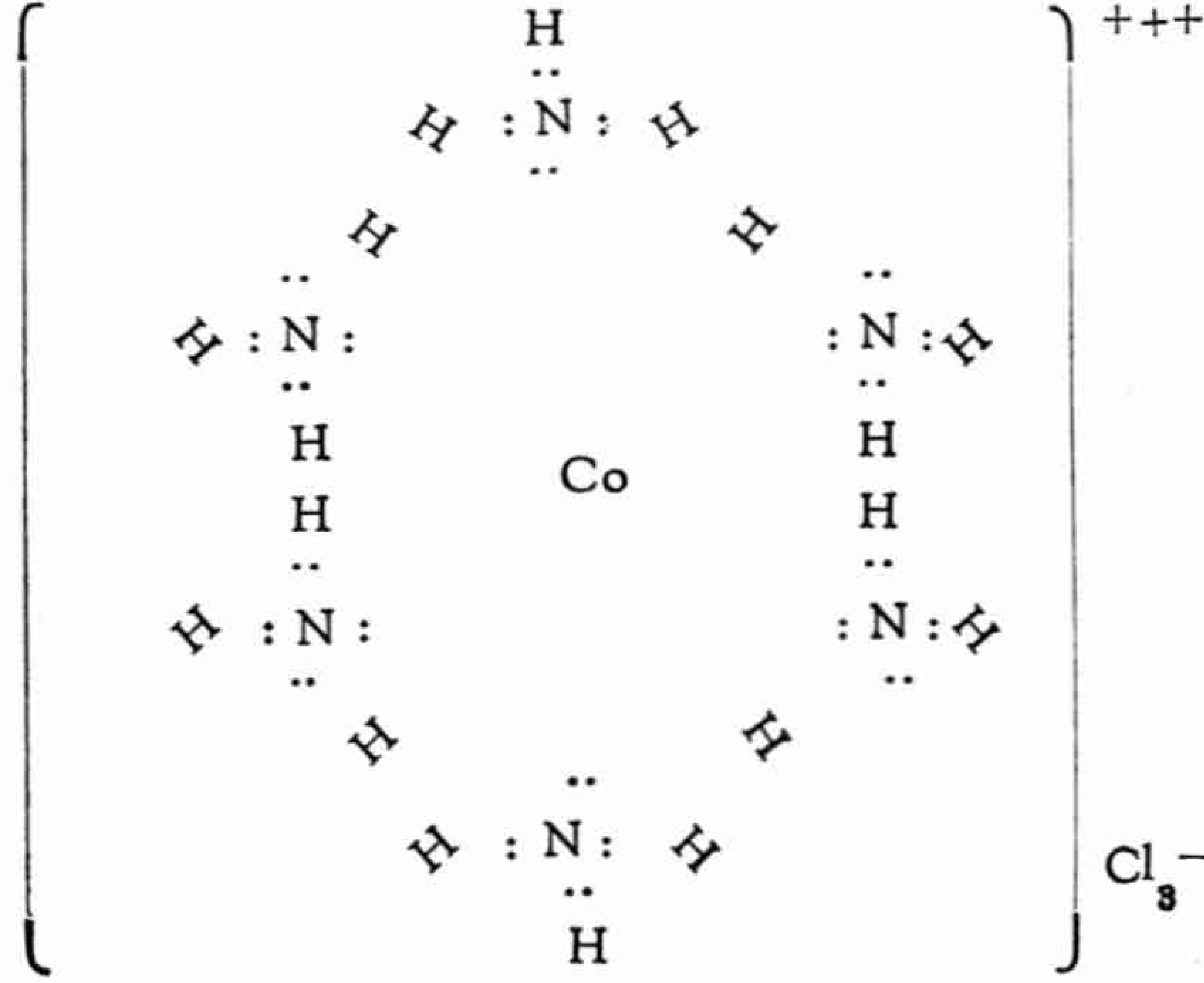
హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్‌అణువు అమోనియాఅణువుతో సంయోగించునపుడు, ఈ ఎలక్ట్రాన్‌హీనమైన హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు నైట్రోజన్ తన విడిజంటను ఇచ్చి చేరదీసినది.




ప్రథమమండలములో సమన్వితములైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులతోపాటు నైట్రోజన్ ఒక సమూహముగా ఏర్పడి అయన్‌క్రింద మారినది. అందువలన అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌కూడ వెర్నర్‌యౌగికమే అయినది. ఇట్లే బోరాన్‌ట్రైఫ్లోరైడ్ ($BF_3$)తో హైడ్రోజన్‌ఫ్లోరైడ్ (HF) సంయోగించి బోరోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్ లేదా హైడ్రోజన్ బోరోఫ్లోరైడ్ ($HBF_4$) యౌగికము ఏర్పడును. ఇచ్చట ఫ్లోరీన్ ఎలక్ట్రాన్‌లను ఇచ్చినది; కేంద్రస్థానమున ఉన్న బోరాన్ ఎలక్ట్రాన్‌లను పుచ్చుకొనినది.



హెక్సమీన్ కోబాల్టిక్ క్లోరైడ్ : $[Co(NH_3)_6]^{+++}Cl_3^-$




ఈ చిత్రముతో సమన్వితములైన అమోనియా అణువులందున్న ప్రతి నైట్రోజన్ పరమాణువును కోబాల్ట్ పరమాణువునకు రెండేసి ఎలక్ట్రాన్‌లను ఇచ్చి దానితో పంచుకొనుచున్నది. ప్రతి నైట్రోజన్‌కిని అష్టకము ఉన్నది. కేంద్రపరమాణువైన కోబాల్ట్ మాత్రము ఒక ద్వాదశకమును ఆర్జించినది.

హెక్సమీన్ కోబాల్టిక్ క్లోరైడ్‌వంటి షష్ట సమన్విత యౌగికములందు అన్నిట ఎలక్ట్రాన్‌ల ద్వాదశకగణమే మనకు ప్రత్యక్షమగును.

నిర్జల కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ అమోనియా వాయువుతో రాసాయనికముగా సంయోగించి ($CaCl_2$, $8NH_3$ అను అణు యౌగికము ఏర్పడును. ఇచ్చట కేంద్ర పరమాణువు అయిన కాల్సియమ్‌చుట్టు 8 అమోనియా అణువులు సమన్వితములైనవి. అందువలన కాల్సియమ్ యొక్క సమన్వయ సంఖ్య ఎనిమిది. ఈ సంఖ్య ఎనిమిదికి అనుగుణముగా కాల్సియమ్ పరమాణువు చుట్టు 8 అమోనియా అణువులు దానముచేసిన 8 జంటల ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండును. ఆ ఎనిమిది జంటలను కాల్సియమ్‌చుట్టు విస్తరించిఉన్నట్లు ఊహించబడిన ఘనము యొక్క ఎనిమిది కోణములను ఆక్రమించి ఉన్న సౌష్ఠవవిన్యాసముగా భావించవచ్చును.

కాల్సియమ్ పరమాణువుచుట్టు ఎలక్ట్రాన్‌ల షోడశకముచేరి ఎనిమిది సమన్వయ యోజనీయ బంధములచే అమోనియా అణువులను కాల్సియమ్ పరమాణువునకు కలుపుచున్నది. ఇటులే రాసాయనిక యౌగికముల పరమాణువిన్యాసమును ఎలక్ట్రాన్ బంధములచే వివరించవచ్చును. డి. సు. రా.

**రంజన కిరణములు :** చూ. ఎక్స్(X) కిరణములు. పు. 219.

**రన్టజన్, విల్‌హెల్మ్ కాన్రాడ్ (1845 - 1923) :** జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. మొదట హాలండ్‌లో, తరువాత జ్యూరిక్ నగరములో చదువును సాగించి, స్ట్రాస్‌బర్గ్‌లో 1876 లోను, గీసెన్‌లో 1879 లోను, విర్జ్‌బర్గ్‌లో 1880 లోను ఆచార్యుడుగా పనిచేసెను. తుదకు 1900 లో మ్యూనిక్ విద్యాసంస్థను చేరెను. 1896 లో రమ్‌ఫర్డ్ పతకమును, 1901 లో నోబెల్ బహుమానమును ఈయన గ్రహించెను. 1895 లో విద్యుదుత్సర్గనాళమునుండి బయటికి వచ్చుచున్న వింతవికిరణము ప్రభావమున, సమీపమున నల్ల కాగితములో పొదువుచేయబడిన ఛాయాచిత్రఫలకములు చెడిపోవుటయే కాక, బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ స్ఫటికములు నాళమునకు దగ్గర పెట్టినపుడు వింతకాంతులను ఈనును అనికూడ ఈయన కనుగొనెను. ఈ వింతకిరణములు, ఉత్సర్గనాళములోని కేథోడ్‌కిరణములు నాళపుగోడను ఘట్టించినచోటునుండి వచ్చుచున్నవని ఈయన నిరూపించగలిగెను. అప్పటికి అవిజ్ఞాతములగుటచే వీటికి ఆయన X-కిరణములని పేరిడెను (బీజగణితములో X-అవిదిత రాశికి గురుతు). X-కిరణముల ఆవిష్కరణ భౌతికాన్వేషణ లోను, చికిత్సాశాస్త్రములోను తన యుగమును స్థాపించినది (చూ. ఎక్స్ (X) కిరణములు-పు. 219). కె. ఎస్. ల.

**రన్టజన్ కిరణములు :** చూ. ఎక్స్ (X) కిరణములు - పు. 219.

**రన్యోపద్ధతి :** చూ. అణుభారనిర్ణయము - పు. 126.

**రశ్మ్యుద్గారిత** (సహజ) : చూ. రేడియోధార్మికత (సహజ - పు. 599).

**రశ్మ్యుద్గారిత** (కృత్రిమ) : చూ. రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ - పు. 602).

**రసవాదము :** చూ. రాసాయనికశాస్త్రసమీక్ష-పు. 64.

**రాగి (తామ్రము) :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; దీనిని ఇంగ్లీషులో 'కాపర్' అందురు. పరమాణ్వంకము 29; సంకేతము Cu ; పరమాణుభారము 63.54; విశిష్ట గురుత్వము 8.96 ; ద్రవాంకము 1083°C ; క్వథనాంకము 2500° C. పురాతనకాలమునుండి మానవుని ఉపయోగములోఉన్న ధాతువులలో రాగి ఒకటి. ఇంచుమించు అన్ని దేశములందును రాగి లభించును. అన్ని దేశములకన్న యునైటెడ్ స్టేట్స్‌యందు రాగిసమృద్ధిగా దొరకును. ఇండియాలో ప్రస్తుతము సింగ్‌భమ్, బీహారు జిల్లాలలో దొరకు రాగి ఖనిజములనుండి రాగి కొద్దిగా సాధించబడుచున్నను, ఇండియా విదేశములపై ఆధారపడి ఉన్నది.

ప్రాప్తి ; ధాతుసాధన : కొంతవరకు శుద్ధధాతువు రూపమున, అధికభాగము యౌగిక రూపమున రాగి భూమిలో

దొరకును. ధాతుసాధనకు ముఖ్యమైన రాగి ఖనిజములు : కాపర్ పైరిటీస్ (కాపర్ సల్ఫైడ్ + ఐరన్ సల్ఫైడ్ $CuS$, $FeS_2$), క్యూప్రైట్ (రాగి ఆక్సిజన్ యౌగికము $Cu_2O$), మాలకైట్, అజురైట్ అను హైడ్రాక్సీ కార్బొనేట్‌లు [$2\ CuCO_3$, $Cu\ (OH)_2$ ; $Cu\ CO_3$, $Cu(OH)_2$], కాపర్ గ్లాన్స్ (క్యూప్రస్ సల్ఫైడ్, $Cu_2S$). రాగియొక్క ధాతుసాధన రెండు విధములుగ ఉన్నది : 1. తాపసాధనపద్ధతి, అనగా వేడిచే కరగించిన ఖనిజముల నుండి తయారుచేయుట ; 2. ద్రావణ సాధన పద్ధతి, అనగా ఖనిజములపై ద్రావణముల చర్యవలన సాధించుట.

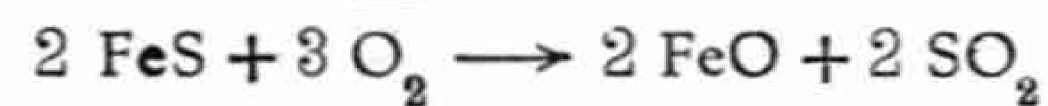
మొదటి పద్ధతి, అనగా తాపసాధన పద్ధతిలో కాపర్ పైరిటీస్ వంటి రాగి ఎక్కువగా ఉన్న ఖనిజములకు ఉపయోగింతురు. ఈపద్ధతిని రాగిని తయారుచేయుటలో ఐదు మజిలీలు కలవు. 1. ధాతుసాంద్రీకరణము; 2. ఖనిజమును గాలిలో కాల్చుట; 3. కాల్చినఖనిజమును ద్రవీకరించుట - ఇందు మేట్టీ అను పేరుగల ఇంచుమించు శుద్ధమయిన క్యూప్రస్ సల్ఫైడ్ ($Cu_2S$) లభించును ; 4. మేట్టీని మరల గాలిలో కాల్చి ధాతువు (బ్లిస్టర్ రాగి) గా మార్చుట; ఈధాతువు శుద్ధముగా ఉండదు; 5. పైమజిలీలో లభ్యమైన మలినయుతమైనధాతువును (బ్లిస్టర్ రాగిని) శుద్ధపరచుట. సాంద్రీకరణ మనగా ఖనిజమును దానితో కలిసిఉన్న మలినద్రవ్యముల నుండి వేరుచేయుట. ఇందు మరల అనేక పద్ధతులు కలవు (చూ. ముడిఖనిజములు, ధాతుసాధన - పు. 534).

రెండవమజిలీలో ఖనిజమును గాలిలో కాల్చుట. ఈ ప్రక్రియవలన ఖనిజములోఉన్న గంధకము ఆక్సీకరించబడి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌గా పైకిపోవును. అందుండు ఆర్సెనిక్, ఆంటిమోని కూడ ఆక్సీకరించబడి బాష్పరూపమున పైకిపోవును. కొంతఖనిజము కాపర్‌ఆక్సైడ్‌గా మారును. ఖనిజములోఉన్న ఐరన్‌సల్ఫైడ్‌కూడ ఐరన్‌ఆక్సైడ్ ($FeO$) గా మారును. నేటివిధానమందు ఈ గాలిలోకాల్చు ప్రక్రియను, ఖనిజమిశ్రమును బాగుగ యంత్రములతో కలుపుచు అనేకకొలుములసముదాయమగు పెద్దకొలిమిలో జరిగింతురు. ఖనిజమును తగినపరిమితికి కాల్చుటవలన అందుండు గంధకముయొక్కరాశిని కావలసిన కనిష్ఠ పరిమితికి తగ్గింతురు.

తరువాతి ప్రక్రియ ఖనిజమును ద్రవీభవించుట. రెండవ మజిలీలో గాలిలో కాల్చిన ఖనిజమునకు, అవసరము ఉన్నచో దానికి ఇసుకను కలిపి, రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో (చూ. పు. 534) కాల్చుదురు. ఈ ప్రక్రియలో, గాలిలోకాల్చుటవలన ఏర్పడిన ఐరన్‌ఆక్సైడ్, సిలికాతో కలిసి స్లాగ్‌గా ఏర్పడును. కాపర్, ఐరన్‌సల్ఫైడ్‌ల మిశ్రమము కరగి స్లాగ్‌క్రింద పొరగా ఏర్పడును. దీనికే మేట్టీ అని పేరు. ఖనిజములో ఉన్న బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్ ఈ మేట్టీలో కరగిఉండును.

తరువాత ఈ కరగిఉన్న మేట్టీని కన్వర్టర్ (పరివర్తకము) అను ఒక కొలిమిలోనికి (చూ. పు. 534) మార్చి గాలిని దానిగుండా ఒత్తిడిలో పంపుదురు. ఈపనికి కావలసినవేడిమి మేట్టీలోఉన్నద్రవ్యములను ఆక్సీకరించుట వలన జనించును. వేరుగా ఇంధనమేదియు అక్కరలేదు. మేట్టీలోనున్న గంధకము సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌గాను, ఐరన్ సల్ఫైడ్ ఐరన్‌ఆక్సైడ్‌గాను ఆక్సీకరించబడును. ద్రవముగాఉన్న రాగిధాతువులో సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ విలీనమై ఉండి, ధాతువు చల్లారి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ పైకివచ్చునపుడు ధాతువుపై తలమంత పొక్కియున్నట్లు అగును. అందువల్ల దీనికి 'బ్లిస్టర్ రాగి' అని పేరు (బ్లిస్టర్ అనగా పొక్కులు). ఈ ప్రక్రియలో ధాతువు ఏర్పడుటకు క్రింది రాసాయనిక ప్రక్రియలు కారణములు :

ఇనుము రాగికన్న శీఘ్రముగా ఆక్సీకరించబడుటచే అది ముందుగా ఆక్సైడ్ అగును :



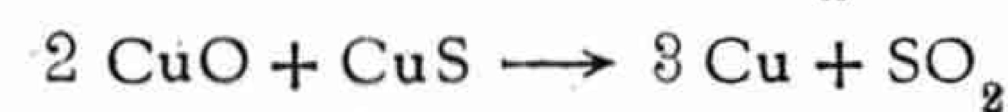
$$2\ FeS + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ FeO + 2\ SO_2$$

ఈ ఐరన్‌ఆక్సైడ్ స్లాగ్‌లో కరగిపోవును. కొంత కాపర్‌సల్ఫైడ్ ఆక్సీకృతమై కాపర్‌ఆక్సైడ్ అగును.



$$2\ CuS + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ CuO + 2\ SO_2$$

తరువాత మిగిలిన కాపర్ సల్ఫైడ్, ఈ కాపర్ ఆక్సైడ్‌తో సంయోగించి ధాతువు ఏర్పడును :



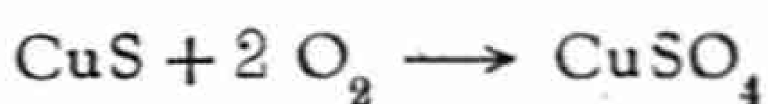
$$2\ CuO + CuS \longrightarrow 3\ Cu + SO_2$$

కన్వర్టర్ నుండి లభ్యమైనధాతువు ఉపయోగమునకు వలసినంత శుద్ధముగా ఉండదు. అందువలన దీనిని శుద్ధిచేయుట ఆఖరుమజిలీ. కొన్ని ఉపయోగములకు మిక్కిలి శుద్ధముగాఉన్న ధాతువు అక్కరలేదు. అట్టిచో శుద్ధముచేయుటకగు వ్యయము తక్కువగా ఉండును; దీనిని అగ్నిశుద్ధి అందురు. ఇందు మలినములతో కూడుకొనిన రాగిని కొలిమిలో కరగించి, దానిపై గాలి ప్రసరించునట్లు చేయుదురు. ఈ ప్రక్రియలో రాగిలోఉన్న మలినములు ఆక్సీకృతములై పైకి తెట్టెవలె తేలును. ఈతెట్టెను సులభముగా ధాతువుపైనుండి ఒడ్డిగిలించవచ్చును. ఆ మలినములు ఆక్సీకరించబడుప్రక్రియలో కొంతరాగికూడ ఆక్సీకరించబడును. ధాతువులో కాపర్‌ఆక్సైడ్ మిగిలిపోయినచో ధాతువుకు పెళుసుదనమును ఇచ్చును. అందువలన ఈ ఆక్సైడ్‌లను మరల ధాతువులుగా ఆక్సీక

రించుటకై, కొలిమిపై కరగిఉన్న ధాతువును పచ్చికర్ర లతో కలుపుదురు. పచ్చికర్రలు కరగిఉన్న ధాతువు వేడిమికి కాలినపుడు అందుండివచ్చు హైడ్రోకార్బన్ వాయువులు కాపర్ ఆక్సైడ్‌ను తిరిగి రాగిలోనికి ఆక్సీహరించును. చివరకు లభ్యమగురాగి 99.5% శుద్ధముగా ఉండును.

ముడిరాగిలో వెండి, బంగారము వంటి విలువగల ధాతువులు ఉన్నప్పుడు, లేదా విద్యుద్వాహక తంత్రులుగా చేయుటకు రాగి కావలసినపుడు దానిని విద్యుత్ విశ్లేషణ విధానమువలన శుభ్రపరచుదురు. విద్యుత్ విశ్లేషణవిధాన మున రాగినిశుద్ధిచేయుటలో ఒక పెద్దతొట్టెలో సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కలిసిన కాపర్ సల్ఫేట్ జలద్రావణమును ఉంచి, అపరిశుద్ధమైనరాగిపలకలను ధనాగ్రములుగాను, పరిశుద్ధ మైన పలుచనిరాగిరేకులను ఋణాగ్రములుగాను, ఆ తొట్టెలోనిద్రావణములో అమర్చెదరు. రాగి ధనధ్రువము వద్ద విద్యుత్ప్రవాహ ప్రభావమున ద్రావణములో విలీనమై, ఋణధ్రువముపై పొరగా ఏర్పడును. బంగారము, వెండి, ప్లాటినమ్‌వంటి మలినములు ధనాగ్రమునకు చుట్టబెట్టిన గుడ్డసంచులలో మడ్డివలె ప్రోగగును. ఈ విలువగలధాతువు లను సంపాదింపగలుగుటచే ఈవిధానము చాల లాభసాటిగా జరుగును. విద్యుత్ విశ్లేషణవిధానమున తయారయిన రాగి 99.95% వరకు శుద్ధముగా నుండును. ఇంతపారిశుద్ధ్య ముండినగాని రాగి మంచి విద్యుద్వాహకము కానేరదు. ఇనుముతక్క తక్కినధాతువులలో రాగియొక్క ప్రాము ఖ్యము దాని విశిష్టగుణములచే కలిగినది. ఈగుణములలో ముఖ్యమైనవి ప్రశస్తమైన విద్యుద్వాహకత్వము, గాలిలో - తేమలో చెడకుండుట, తాపవాహకత, జింకుతోను - సత్తుతోను, ఇత్తడి, కంచు మొదలగు ధాతుమిశ్రములు ఏర్పడుట. తయారగురాగిలో అధికభాగము విద్యుత్ వాహక కార్యమునకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఇదికాక నాణెములకు, మోటారుకారుభాగములకు, భవనములకు, పోతపనులకు, నౌకానిర్మాణములకు, టెలిఫోన్, టెలి గ్రాపు పరిశ్రమలందు, రైల్వేరిపరికరములకు వాడుకలో ఉన్నది.

కాపర్‌సల్ఫేట్ : దీనికి మైలుతుత్తము అనియు మయూర తుత్తము అనియు వ్యవహారనామము. ఇది రాగిలవణము లలో చాలముఖ్యమైనది. పారిశ్రామికముగా అధికముగా తయారగుచున్నది. కాపర్ సల్ఫైట్ ఖనిజపుముక్కలను తడిపి గాలిలోపెట్టినపుడు, సల్ఫైట్ సల్ఫేట్‌గా ఆక్సీక రించబడును :



$$CuS + 2\,O_2 \longrightarrow CuSO_4$$

ఈప్రోగునుండి నీటితో కాపర్ సల్ఫేట్‌ను ద్రావణముగా వేరుచేయుదురు. ద్రావణమును ఇగిర్చినచో స్ఫటికములు ఏర్పడును. బ్యాటరీలలో (డేనియల్ బ్యాటరీ), రాగి మలామా చేయుటకును, రంగులువేయుటలో మోర్డెంట్ గాను, కలపను సంరక్షించుటకును, బోర్డోమిశ్ర (కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణము + సున్నము) రూపమున పండ్లచెట్ల చీడలను పోగొట్టుటకును ఈలవణము చాల ఉపయో గించును. రాగి రేకులపై, రాగిపాత్రలపై నీటి సంపర్క మున సాధారణముగా ఏర్పడు ఆకుపచ్చటిపొర (కిలుము) బేసిక్ కాపర్ సల్ఫేట్‌గాని, క్లోరైడ్‌గాని అగును.

కాపర్‌సల్ఫేట్-నవీనవిధానము : రాగి ముక్కలను సీసపు రేకుతో కప్పిన గోడగల గోపురములో ఉంచి క్రింద నుండి గాలిని పైకి పంపుదురు. మీదనుండి విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ద్రావణతుషారము గోపురములోనికి దిగుచుండును. కావలసిన లవణసాంద్రత లభ్యమగువరకు గోపురము అడుగున ప్రోగైన ద్రావణమును గోపురముమీద నుండి మరల క్రిందకి దిగునట్లు చేయుదురు. ఈ ద్రావణమును ఇగుర్చుటచే కాపర్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును. ఇవి నీలి ఆకుపచ్చరంగు గల స్ఫటికములు. నీటి రాసాయనిక సంఘటన $CuSO_4$, 5 $H_2O$.

కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణమునకు అమోనియాద్రావ ణము కొంచెము కొంచెముగా కలిపినపుడు మొదట క్యూప్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ $[Cu(OH)_2]$ అను నీలిరంగు అవక్షేపము ద్రావణము నుండి వేరగును. అమోనియా అధికముగా కలిపినచో క్యూప్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షే పము ద్రావణములో విలీనమై, గాఢమైన నీలిరంగుగల ద్రావణము ఏర్పడును. దీనికి ష్వైట్సర్ ద్రావణమని పేరు. సెల్యులోస్ (కాష్టద్రవ్యము)ను విలీనముచేసికొను విశిష్టగుణము ఈ ద్రావణమునకు కలదు. ఈ సెల్యులోస్ ద్రావణమును సన్నటి రంధ్రములగుండా ఆమ్లములోనికి ప్రవేశపెట్టినప్పుడు పట్టువలె తళతళమను సెల్యులోస్ దారము ఏర్పడును. కృత్రిమపట్టు తయారుచేయు విధాన ములలో ఇది ఒకటి.

కాపర్ సల్ఫేట్‌నకు అమోనియా అధికముగా కలిపి నప్పుడు లభ్యమగు గాఢ నీల ద్రావణమునకు సారాయిని కలిపినచో పొడవైన నీలిరంగు స్ఫటికములు లభించును. ఈ స్ఫటికద్రవ్యము యొక్కసాంకేతికము $Cu(NH_3)_4SO_4$. ఇది ఒక వెర్నర్ క్లిష్టయౌగికము. (చూ. యోజ నీయతా భావము-I : వెర్నర్ యౌగికములు : పు. 554 ; రాగివర్గము) బి. గో. కృ.

**రాగివర్గము :** ఇందు రాగి, వెండి, బంగారము కలవు ; ప్రాచీనకాలమునుండి రాగి, వెండి, బంగారము

నాణెముల నిర్మాణమునకు వాడుకలో ఉండుటచేత వీటికి నాణకధాతువులని పేరు వచ్చినది. I a వర్గమునకు చెందిన క్షారధాతువులవలె ఏకయోజనీయ స్వభావములో తప్ప, తక్కిన విషయములలో క్షారధాతువుల (I a వర్గము)తో వీటికి సాదృశ్యములేదు.

కాని, ఈ మూడు ధాతువులును ఒకదానినొకటి పోలి యుండుటయేగాక, ఇరు ప్రక్కల నా్రశేణిలోనున్న ధాతువులతోకూడ గణనీయమైన సాదృశ్యమును చూపును. ఆవర్తక్రమములో ఈ మూడు ధాతువులను క్రమముగా స్కాండియమ్ - రాగి, యిట్రియమ్ - వెండి, లేంతెనెమ్ బంగారము అను మూడు పరివర్తన శ్రేణులకు చెందిన ధాతువులు అగుటయే ఇందుకు కారణము. పరివర్తన శ్రేణులలోనున్న మూలద్రవ్యములమధ్య గాఢసాదృశ్యములు ఉండునని పరమాణురచనలో చూపబడినది. అందువలన రాగికి దానికి ఇరుప్రక్కలనున్న నికెల్, జింకు ధాతువులతో సాదృశ్యము ఎక్కువ గలదు.

| ధాతుధర్మములు | రాగి Cu | వెండి Ag | బంగారము Au |
|---|---|---|---|
| పరమాణ్వంకము | 29 | 47 | 79 |
| పరమాణుభారము | 63·54 | 107·88 | 197 |
| విశిష్టగురుత్వము (20°C వద్ద) | 8·96 | 10·50 | 19·3 |
| పరమాణ్వాయతనము | 7·10 | 10·30 | 10·20 |
| ద్రవాంకము °C | 1083·0 | 960·8 | 1063·0 |
| క్వథనాంకము °C | 2500·0 | 2180·0 | 2950·0 |

ఈ మూడు ధాతువులును అత్యధిక విశిష్టగురుత్వము, కాఠిన్యము, ఉన్నతద్రవాంకము, విశేషతన్యత, విస్తార్యత కలవి. ఇవి తాపమునకు, విద్యుత్‌నకు కూడ ఉత్తమ వాహకములు. రాగి ఎరుపువర్ణము, వెండి తెలుపువర్ణము, బంగారము పసిమివర్ణముగల ధాతుకాంతులను చూపును. ఈ గుణములలో ఇవి క్షారధాతువులకు మిక్కిలి భిన్నములై ఉన్నవి.

ఈ మూడు ధాతువులును విశేషముగా రాసాయనిక ప్రవృత్తికలవి కావు. అందులో ముఖ్యముగా వెండి, బంగారము రాసాయనికముగా మిక్కిలి జడములు. అందువలననే వీటికి శ్రేష్ఠధాతువులు అనిపేరు. విద్యుత్ రాసాయనిక శ్రేణిలో వీటి స్థానములుకూడ ఈగుణమునే సూచించును. ఈ శ్రేణిలోనివి హైడ్రోజన్‌కి చాలక్రింద నున్నవి. క్షారధాతువులు ఆ శ్రేణిలో శీర్షస్థానములను ఆక్రమించి ఉన్నవి (చూ. విద్యుత్ రాసాయనికశ్రేణి పు. 120). ఈ ధాతువులు గాలిలో మార్పును చెందవు. గాలిలో కాల్చినపుడు ఒక్కరాగితప్ప, తక్కిన రెండును కగ్గవు. బంగారము సిలినిక్ ఆసిడ్‌లో తప్ప తక్కిన ఏ ఆమ్లములోను కరగదు. మహాద్రావకములో బంగారము సులభముగా కరగును. ఈ ధాతువులన్నియు బహుళయోజనీయతను కనపరుచును. రాగి ఏక, ద్వియోజనీయతలను, బంగారము ఏక, త్రియోజనీయతలను ప్రదర్శించును. వెండి విషయములో ద్వియోజనీయ యౌగికములు ఇటీవల తెలిసినను అవి చాల అస్థిరములగుటచే వెండి ప్రచురముగా ఏకయోజనీయ మూలద్రవ్యమే అనదగును. ఈ ధాతువులన్నియు అమోనియాతో సైనైడ్, క్లోరైడ్ గణములతో క్లిష్టయౌగికములు పర్పడుటకు కేంద్రపరమాణువులుగా ఆచరించగలవు (చూ. బంగారము - పు. 500; రాగి - పు. 565; వెండి). బి. గో. కృ.

**రాబీ, ఇసిడోర్ ఐజక్** (జననము 1898): యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. ఆస్ట్రియాలో జన్మించినను చిన్నతనములోనే స్వదేశమును విడిచిపెట్టి యునైటెడ్ స్టేట్స్ లోని కార్నెల్, కొలంబియా విద్యాసంస్థలలో మొదట చదువుప్రారంభించి, తరువాత యూరప్‌లో అనేక యూనివర్సిటీలలో విద్యాభ్యాసము ఒనర్చెను. 1937 లో కొలంబియా యూనివర్సిటీయందు ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. అయస్కాంతత్వము, క్వాంటంయాంత్రిక శాస్త్రము, కేంద్రక భౌతికవిజ్ఞానము మొదలగు పరిశోధన క్షేత్రములలో ఈయన కాంచిన విజయములు ఈయనను జగద్విఖ్యాతునిగా నొనర్చినవి న్యూట్రాన్‌ల స్వభావము ను గురించి ఈయన కావించిన నిశితపరిశోధనలకై ఈయనకు 1944 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది. కె. రం.

**రామన్, చంద్రశేఖరవెంకట** (జననము 1888): ప్రసిద్ధ భారతీయ భౌతిక విజ్ఞానవేత్త. మద్రాసు యూనివర్సిటీయందు ఎమ్. ఏ పట్టభద్రుడైన తరువాత, ప్రభుత్వోద్యోగమందు ప్రవేశించెను. ఈయనకు చదువుకున్న రోజులలోకూడ నూతనాన్వేషణయందు అభిరుచి మెండు. ఉద్యోగమును నిర్వహించుచు, నీలరతన్ సర్కార్ చే ప్రతిష్ఠించబడిన 'ఇండియన్ అసోసియేషన్ ఫర్ ది అడ్వాన్స్‌మెంట్ ఆవ్ సైన్స్' మందిరములో శాస్త్రాన్వేషణలను సాగించుచుండెను. కలకత్తా యూనివర్సిటీకు వైస్‌ఛాన్సెలర్ గా పనిచేయుచున్న అషుటోష్ ముఖోపాధ్యాయ ఆహ్వానముపై భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఉండుటకు అంగీకరించెను. ఇచ్చట 1917 నుండి 1933 వరకు పని చేసిన తరువాత బెంగుళూరులోని 'ఇండియన్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆవ్ సైన్స్' సంస్థకు డైరెక్టర్‌గా ఎన్నుకొనబడెను. 1929 లో ప్రభుత్వము ఈయనను 'సర్'

బిరుదమును ఇచ్చి సమ్మానించినది. ఈయన పేరు మోయుచున్న 'రామన్ ఫలితము'ను ఆవిష్కరించి నందులకై ఈయన 1930 లో నోబెల్ బహుమతిని అందుకొనెను. ఈయన ప్రథమాభిమానాన్వేషణ క్షేత్రము సంగీత పరికరములను గురించిన ధ్వని శాస్త్ర సిద్ధాంతము; తరువాత కాంతి పరిక్షేపణ; రామన్ ఫలితము ఈ రంగములోనిదే.



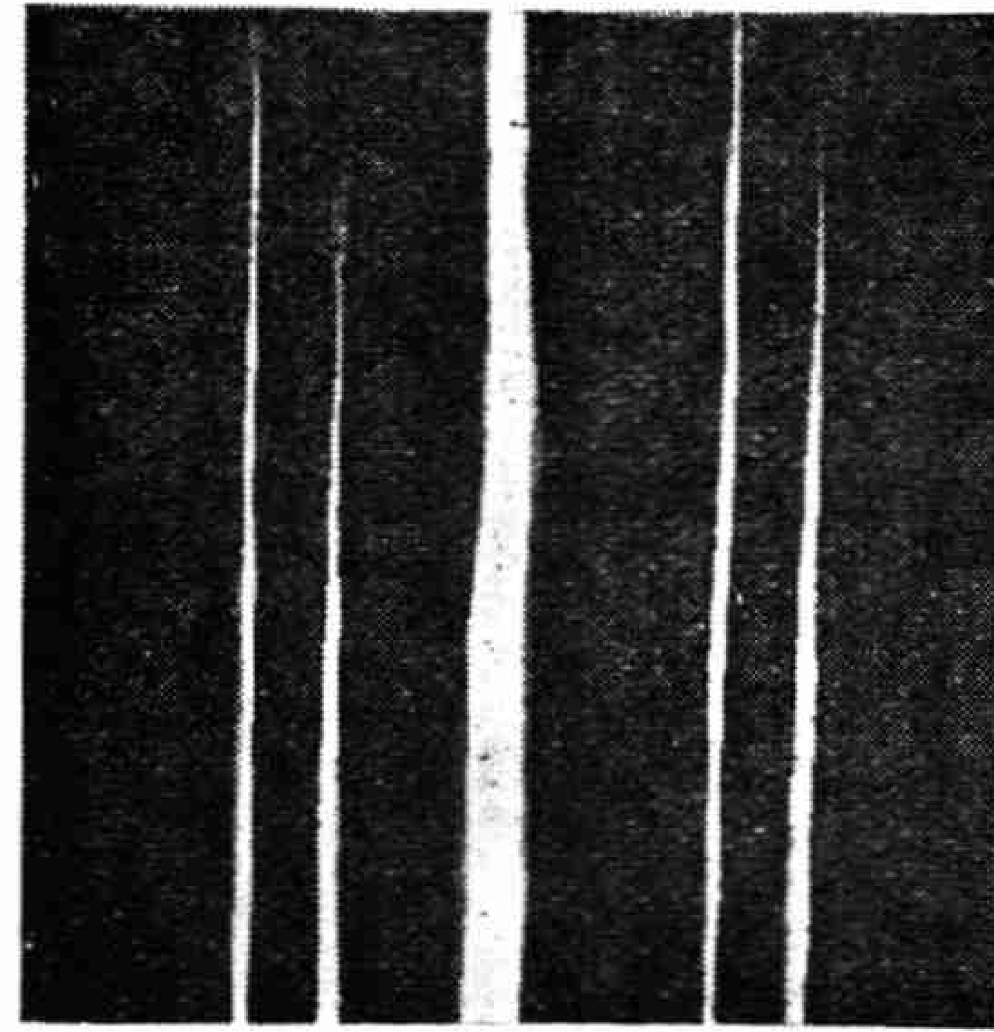
చంద్రశేఖర వెంకటరామన్

1947 తరువాత, బెంగుళూరులోనే స్వంతముగా 'రామన్ రిసెర్చి ఇన్‌స్టిట్యూట్' అను పేర పరిశోధనా సంస్థను ఒకదానిని నెలకొల్పి తాను పరిశోధనలను చేయుటయే కాక పెక్కుమంది విద్యార్థులను తరిఫీదు చేయుచున్నాడు. ప్రస్తుతము (1963) రామన్ సంస్థలో స్ఫటిక స్వభావమును గురించి కూలంకష పరిశోధన జరుగుచున్నది. 'భారత రత్న' బిరుదాంకితులలో డాక్టరు రామన్ ఒకడు.

కె. ల.

**రామన్ ఫలితము :** కాంతి పరిక్షేపణము అను వ్యాసములో ఒక పారదర్శకవస్తువు కాంతిని పరిక్షేపించునని తెలిసికొంటిమి (చూ. కాంతి పరిక్షేపణము-పు. 245). కాంతి ఏకవర్ణము కానప్పుడు అందులో కొన్ని తరంగములు హెచ్చుపరిక్షిప్తమగుటయు, మరికొన్ని తక్కువ పరిక్షిప్తమగుటయు తటస్థించినను, సాధారణముగా పతిత కాంతికిని, పరిక్షిప్త కాంతికిని తరంగ దైర్ఘ్యములో భేదమేమియు ఉండదు. ఈరీతి పరిక్షేపణమునకు అత్యంతభిన్నమగు పరిక్షేపణసంఘటనను ఒక దానిని 1928 లో సి. వి. రామన్ కనుగొనెను. అప్పటినుండియు ఈ సంఘటనకు 'రామన్ ఫలిత' మని పేరు. ఏకవర్ణ కాంతితో ఒక ద్రవద్రవ్యమును ప్రకాశింప జేసినపుడు పరిక్షిప్త కాంతిలో కొంత భాగము పతితకాంతికన్న తరంగదైర్ఘ్యములో భిన్నముగా ఉన్నట్లు ఈయన కనుగొనెను. తన శక్తిలో కొంతభాగము ద్రవాణువులకు ఇచ్చియు, లేదా వాటి నుండి కొంత శక్తిని తాను స్వీకరించియు, కాంతి ద్రవాణువులతో ప్రతికరించి తరంగ దైర్ఘ్యములో మార్పును చెందగలదు. కాంతిధర్మవివరణములో కాంతి కిరణపు శక్తికిని, దాని తరంగదైర్ఘ్యమునకు విలోమ నిష్పత్తి సంబంధము ఉండునని తెలిసికొంటిమి. అందువలన పైని పేర్కొనిన సందర్భములో పరిక్షిప్త కాంతియొక్క తరంగదైర్ఘ్యము పతిత కాంతితరంగదైర్ఘ్యముకన్న అధికముగాకాని, అల్పముగాకాని ఉండవచ్చును. పరిక్షిప్త కాంతితరంగదైర్ఘ్యములో జరిగిన ఈమార్పును కొలువగలమేని కాంతిని పరిక్షేపించు ద్రవాణువుల శక్తిసోపానములను లెక్కించ వచ్చును. అణువులవిషయమున ఇంకొక విధముగా ఈశక్తి సోపానగణన సులభముకాదు.

ద్రవ్యావస్థలన్నియును (అనగా ఘన, ద్రవ, వాయు అవస్థలు) ఈ రామన్ ఫలితమును ప్రదర్శించును. కాని, దీనికై ద్రవ్యము పారదర్శకముగా ఉండుట ఆవశ్యకము. ప్రాయోగికముగా ఈఫలితమును నిర్ణయించు విధానము ఈదిగువది: పాదరసపు విద్యుచ్చాపమువంటి ఏకవర్ణ కాంతినిప్రసరించు సాధనమునుండి నియత తరంగదైర్ఘ్యము గల కాంతిని ద్రవ్యముగుండా ప్రవేశపెట్టుదురు. పతన కాంతికిరణదిశకు లంబముగాఉన్న దిశలో పరిక్షిప్తమైన కాంతి వర్ణపట్టికను వర్ణమాలలేఖని సహాయమున లిఖింతురు. వర్ణమాలచిత్రములో పతనకాంతిజన్యమగు రేఖకు ఇరువైపుల క్రొత్త రేఖలు కొన్ని కానవగును. ఈ నూతన రేఖల సన్నివేశము, వీటిస్వభావము పతన కాంతి రేఖల నుండి వర్ణమాలలో వీటిదూరము — ఇవిఅన్నియును అనుశీలనకు ఉపయోగించిన ద్రవ్యమునుబట్టి ఉండును. ఏలన ఈ పై సంఘటనలన్నియు కాంతిని పరిక్షేపించు ద్రవ్యముయొక్క అణువుల స్పందనశక్తినిబట్టి ఉండును. అణుస్వభావమును విస్పష్టముగా చిత్రించగలదగుటచే రామన్ వర్ణమాలద్రవ్యమును రాసాయనికముగా గుర్తించుటకు సాధనముగా ఉపయోగ పడుచున్నది. నిజముగా గుణాత్మక, రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులయందు రామన్ ఫలితము అధికముగా ఉపకరించుచున్నది.



రామన్ వర్ణపటము

ఈ వినియోగములేగాక పరమాణువులను పరమాణువులకు సంధించి అణునిర్మాణమునకు కారణమైన ఆకర్షణ

బలములు లేదా అణువులనుఅణువులతో సంధించి, స్ఫటికములుగా పరిణమింపజేయు అణుబలములు - వీటి స్వరూప స్వభావములను అనుశీలించుటకు రామన్ వర్ణమాల మిక్కిలి సహకరించుచున్నది. ఏలన, ఒక ద్రవ్యములోని ప్రత్యేక అణువులు పరిస్పందించు ప్రకారములు వాటికి కారణమగు పరమాణు ఆకర్షక, వికర్షక బలముల బట్టి ఉండును. అట్టి స్పందనప్రకారముల స్వభావమును తెలిసికొనుటలో రామన్ ఫలితమునకు సాటియగు సాధనము ఇంకొకటి లేదు.

రామన్ ఫలితసంప్రదాయము ననుసరించి అణునిర్మాణమందు పాల్గొను బలములయొక్క స్థిరాంకములను నిర్ణయించుట వలన యౌగికముల రాసాయనిక నిర్మాణము మనకు కరతలామలక మగును. రామన్ ఫలిత ప్రయోగ విధానములో ఒక నూతనపద్ధతి ననుసరించి విద్యుదుత్తేజితమైన పాదరస బాష్పము ప్రదర్శించు 2537Å ల తరంగ దైర్ఘ్యము గల అనునదనవికిరణము కాంతి ప్రభవస్థానముగ వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఈ విధానము ముఖ్యముగా స్ఫటికముల అనుశీలనలో వినియుక్తమగుచున్నది. ఈ అనుశీలననుండి వెలువడిన ఫలితముల మూలముగ చాల నవీనవిషయములు బయటపడినవి. ఈ బయటబడిన విషయముల దృష్టిలో స్ఫటికములలో అణువులు, పరమాణువులు పరిస్పందించు వైఖరులను గురించిన మునుపటి ఊహలన్నియు నేడు తారుమారైనవి. రామన్

**రామ్జీ, విలియమ్** (1852 - 1916): స్కాట్లండ్ రాసాయనికుడు. గ్లాస్గోలో జననము. గ్లాస్గో యూనివర్సిటీ యందు విద్యను ప్రారంభించి జర్మనీలో హైడెల్‌బర్గ్‌లో బున్‌సెన్ వద్దను, ట్యూబింజన్‌లో ఫిట్టిగ్ వద్దను రాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించెను. తరువాత వివిధ విద్యాసంస్థలలో ఉద్యోగములు నిర్వహించి, కొనకు లండన్ యూనివర్సిటీ కాలేజీలో ఆచార్యుడుగా నియుక్తుడాయెను. తొలిని కార్బన్ రాసాయనిక శాస్త్రమందు



విలియమ్ రామ్జీ

ఆదరము చూపి భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రపరిశోధనకు మరలెను. ఇందు ఈయన సిడ్నీయంగ్‌తో సహా ద్రవముల బాష్పీకరణము, స్వేదనముపై పరిశోధనల జరిపి ఈపని నుండి ద్రవముల తలశక్తి అనుశీలనకు తరలెను. తరువాత గాలి సాంద్రతల యథార్థ మూల్య నిర్ణయమందు అభినివిష్టుడైన రాలి ప్రభువు నేతృత్వమున గాలిలో ఇదివరకు ప్రచ్ఛన్నముగా నుండిన అపురూపవాయువులనన్నింటిని గుర్తించెను. దీనికై ఇతనికి ఇతర గౌరవములతోపాటు నోబెల్ బహుమతి గౌరవముకూడ 1904 లో లభించినది.

మే. వ. న.

**రాలి, జాన్ విలియమ్‌స్ట్రట్** (1842 - 1919): ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని. కేంబ్రిడ్జిలోని ట్రినిటీ కళాశాలలో విద్యను ముగించి అచ్చటనే 1879 లో ప్రాయోగిక భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. 1887 లో రాయల్ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1873 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడెను. 1908 లో కేంబ్రిడ్జి యూనివర్సిటీకి ఛాన్సెలర్‌గా నియమితుడయ్యెను. రామ్జీతోపాటు 1894 లో గాలినుండి అదివరకు తెలియని 'ఆర్గాన్' అను మూలద్రవ్యమును కనుగొనెను. 1904 లో భౌతిక శాస్త్రమందు ఈయన కావించిన పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు లభ్యమైనది.

మే. వ. న.

**రాసాయనిక పరివర్తనము-I:** ఇందు మొదట పరివర్తనీయ ప్రతిక్రియల (రివర్సిబిల్ రియాక్షన్స్) ను గూర్చి చర్చింతము. నీటి ఆవిరిని ఎర్రగా కాలుచున్న చిన్న ఇనుపముక్కలపై పంపినచో జరుగు రాసాయనిక సంయోగము వలన కాంతలోహము (మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ ఆవ్ ఐరన్), హైడ్రోజన్‌యు ఏర్పడును:



$$3\,Fe + 4\,H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4\,H_2$$

ఎర్రగా కాల్చిన కాంతలోహముపై హైడ్రోజన్ వాయువును ప్రవహింపచేసినప్పుడు నీటి ఆవిరి, ఇనుములభించును.



$$Fe_3O_4 + 4\,H_2 \longrightarrow 3\,Fe + 4\,H_2O$$

మొదటి మార్పునందు సంయోగించు ద్రవ్యములు, రెండవ క్రియయందు ఫలితములనియును, రెండవదాని యందు సంయోగించు ద్రవ్యములు మొదటిదానియందు ఫలితములు అనియును వ్యక్తమగుచున్నది. పై రెండు క్రియలను ఒక సమీకరణమునందే చేర్చి సాంకేతికముగ క్రింది విధమున నిరూపించవచ్చును:



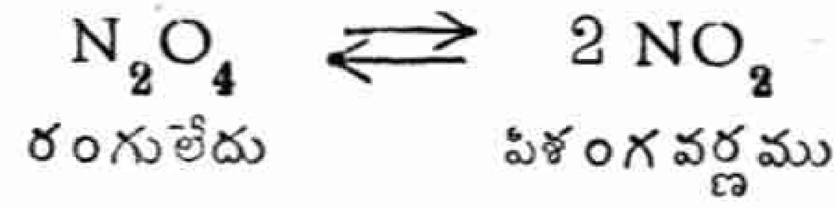
$$3\,Fe + 4\,H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + 4\,H_2$$

పరిస్థితులను మార్చుటవలన పై క్రియలను కుడి ఎడమలుగ ప్రవర్తింపజేయ వచ్చును. ఇట్లు బాహ్యాపరిస్థితులను సవ

రించుటవలన సవ్యాపసవ్యములుగా ప్రవర్తించు ప్రక్రియలను పరివర్తనీయ ప్రక్రియలు అందురు. పై సమీకరణమునందు ఇటునటు వ్రాయబడిన బాణపు ($\rightleftarrows$) గుర్తులు ప్రక్రియల పరివర్తనీయతను తెలుపును. పై మార్పునందు హైడ్రోజన్ వాయువును నిరోధింపకుండిన ఇనుము పూర్తిగా కాంత లోహముగ మారును. అప్పుడే హైడ్రోజన్ ఉత్పత్తికూడ ముగియును. కాని ఫలితద్రవ్యమైన హైడ్రోజన్ వాయువును వెలికి పోనీకుండ నిరోధించినచో అది పునస్సంయోగము వలన ఆది ద్రవ్యములను సిద్ధింపచేయును. ఆరంభమున లవమాత్రమైననులేని ఫలిత ద్రవ్యములు కాలము గడుచుకొలది క్రమముగా హెచ్చగుచుండును. వాని పరిమాణము హెచ్చగు కొలది ఎదిరి మార్పు రానురాను వేగవంతమగు చుండును. ఆరంభమున మిక్కిలి వేగముగా నడచుచుండిన సవ్యప్రక్రియ సంయోగించు ద్రవ్యముల పరిమాణము క్రమముగా క్షీణించుటవలన పోనుపోను మందమగుచుండును. చివరకు ఎదిరిమార్పు యొక్క వేగము సవ్యప్రక్రియయొక్క వేగమునకు సమానమగును. ఆ తరువాత ప్రక్రియలో పాల్గొను ఫలిత ద్రవ్యముల యొక్కయు, ఆది ద్రవ్యముల యొక్కయు పరిమాణములు మార్పునందకుండుట వలన స్థూలదృష్టికి మార్పు ముగిసినట్లు గోచరించినను వాస్తవముగ సవ్యాపసవ్య ప్రక్రియలు సమానవేగములతో ప్రవర్తించుచుండును. ఇట్టి పరిస్థితిని సమచాల్యస్థితి (డైనమిక్ ఈక్విలిబ్రియమ్) అందురు.

సంయోగద్రవ్యముల సాంద్రతను అధికముచేయుట వలనగాని, ఫలితద్రవ్యముల సాంద్రతను తగ్గించుటవలన గాని మార్పును ఇంచుమించు పరిసమాప్తి నొందించవచ్చును. ఫలితములుగా ఏర్పడిన వాయు ద్రవ్యములను ప్రక్రియా స్థానమునుండి వేరుచేయుట వలనకూడ మార్పు ముందుకు సాగును. సంయోగఫలితముగా ఘనద్రవ్యములు ఏర్పడినపుడు అవి తమంతట తామే ప్రక్రియ నుండి తొలగును. కనుక, అప్పుడుకూడ ప్రక్రియ పరిసమాప్తి నందును.

కొన్ని రాసాయనిక యౌగికములు వేడివలన తాత్కాలిక విచ్ఛేదనమును పొందును. అనగా వేడివలన విచ్ఛిన్నములైన ద్రవ్యములు చల్లారినతోడనే పూర్వసంయుక్త స్థితిని పొందును. ఇట్టి పరివర్తనీయ క్రియలను తాప విఘటనములు (తెర్మల్ డిస్సోసిఏషన్) అని అందురు. రంగులేని నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ ($N_2O_4$) వేడివలన పింగళ వర్ణముగల నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌గా మారుట, ఘనద్రవ్యమగు అమోనియమ్ క్లోరైడ్ - అమోనియా, హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ వాయువులుగా మారుట, ఈ తాప విఘటనకు ఉదాహరణములు.

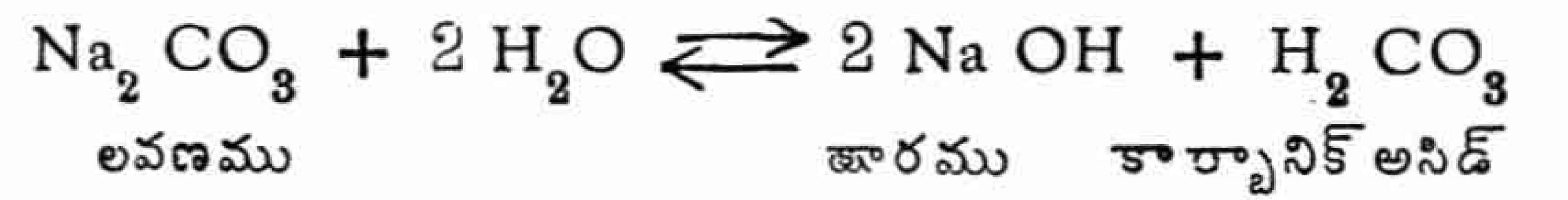






నీరు మున్నగు ద్రవ్యములందు కరగియుండుట వలన యౌగికములందలి అయన్‌లు (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము-I) స్వేచ్ఛగా విడివడియుండు స్థితిని విద్యుత్ విశ్లేషణము అని అందురు.

కొన్ని యౌగికములు నీటితో సంయోగించుట వలన విశ్లేషణమును పొందును. ఇట్లు ఏర్పడిన పరివర్తనములను జలవిశ్లేషణము (హైడ్రాలిసిస్) అందురు. ఉదా :







పైని వివరించిన పరివర్తనీయ ప్రక్రియలన్నియు ఉచిత పరిస్థితులలో సమతాస్థితిని స్వీకరించగలవు. అందువలన ఈ ప్రక్రియలు అన్నిటికిని అణుసాంద్రతా నియమము వర్తించును.

డి. సు. రా.

**రాసాయనిక పరివర్తనము - II :** ఈ విభాగము నందు సజాతీయ విజాతీయ వ్యవస్థలను గూర్చి చర్చించ బడును. సజాతీయ వ్యవస్థలందు అణుసాంద్రతా నియమము (లా ఆవ్ మాస్ యాక్షన్) ముఖ్యము. రాసాయనికపు మార్పులను పాలించు నియమమును 'అణుసాంద్రతా నియమము' అందురు. దీనిని 'నియతపరిస్థితులయందుఒకద్రవ్యము పొందు మార్పుయొక్క వేగము దాని అణుసాంద్రతను బట్టి ఉండును' అని చెప్పవచ్చును. అణుసాంద్రత అనగా లీటరు ఆయతనములో ఉన్న ద్రవ్యముయొక్క అణుభార సంఖ్య అని గ్రాహ్యము. ఒకటికన్న హెచ్చు ద్రవ్యములు కలిసి ఒకేకాలమున రాసాయనికపు మార్పును చెందుచున్నప్పుడు ఈ ప్రక్రియయొక్క వేగము ఆ ప్రత్యేకద్రవ్యముల అణుసాంద్రతలను ఒకదానితో ఒకటి గుణించగా వచ్చిన ఫలమునుబట్టి ఉండును. రాసాయనిక సంయోగ క్రియావేగము, అందు పాల్గొను ద్రవ్యముల యథార్థ పరిమాణమునుబట్టి కాక వాటి సాంద్రతను బట్టియే ఉండునని పై నియమముయొక్క తాత్పర్యము.

V లీటరుల ఆయతనములో A అను ద్రవ్యముయొక్క a అణుభారములు, B అను ద్రవ్యముయొక్క b అణు

భారముతో సంయోగించును అనుకొందము. వాటిసాంద్రతలు క్రమముగా $\frac{a}{V}, \frac{b}{V}$ అగును. ఈ సాంద్రతలను $[A]$, $[B]$ అని సంకేతించుట సంప్రదాయము. సవ్యక్రియా వేగము $v_1$ అణుసాంద్రతానియమప్రకారము, ఇందు పాల్గొను A, B ల అణుసాంద్రతల యొక్క గుణనఫలమునుపట్టి మారును. ఈ సంబంధమును బీజగణితవిధానమున క్రింది విధమున తెలియచేయుదురు :

$v_1 \propto [A] \times [B]$ ఇందులో $\propto$ అనునది 'పట్టి మారును' అని పై వాక్యములోవచ్చిన భావమునకు గురుతు. ఈ పై సంబంధమును తెలుపు మార్పునకు గురుతగు $\propto$ కు బదులు K అను స్థిరాంకమును ఉంచి క్రింది సమీకరణరూపమున వ్రాయుట పరిపాటి :

$$v_1 = K_1 [A] \times [B]$$

ఇటులనే $mA + nB + \cdots \rightleftharpoons xP + yQ + \cdots$ అని సంకేతించబడిన పరివర్తనీయప్రక్రియవిషయమై

$v_1 = K_1 [A]^m \times [B]^n$ అను సమీకరణము సవ్యక్రియా వేగమును తెలియజేయును.

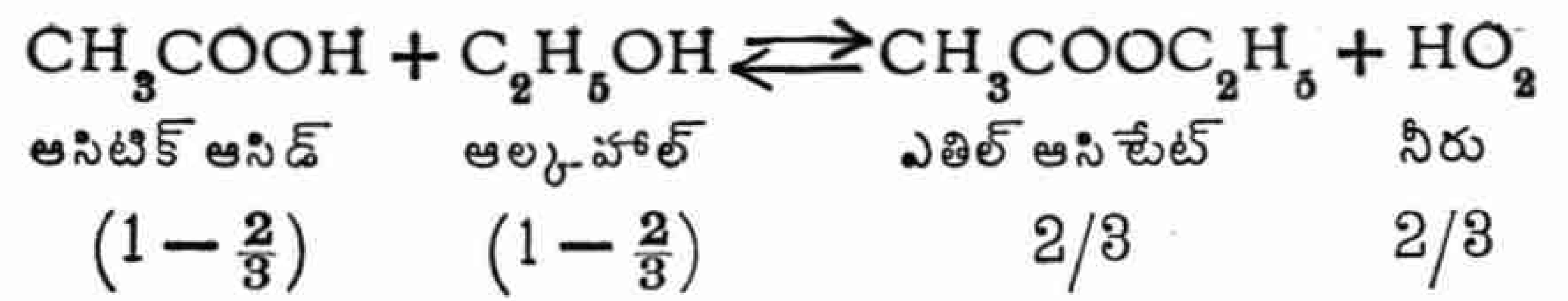
ఇటులనే $v_2 = K_2 [P]^x \times [Q]^y$ అను సమీకరణము అపసవ్యక్రియా వేగమును తెలియజేయును. సమచాల్యస్థితియందు ఎదురెదురుప్రక్రియల వేగము $(v_1, v_2)$ లు సమానములు.

కావున $K_1 [A]^m \times [B]^n = K_2 [P]^x \times [Q]^y$

లేదా $$\frac{[P]^x \times [Q]^y}{[A]^m \times [B]^n} = \frac{K_1}{K_2}$$

ఇచ్చట $K_1$, $K_2$ లు రెండును స్థిరాంకములు కనుక వాటి నిష్పత్తిని K అను ఇంకొకస్థిరాంకముచే తెలియజేయవచ్చును. ఇచ్చట $K_1$, $K_2$ లు ప్రక్రియా వేగస్థిరాంకములనియు, K ను సమతాస్థితి స్థిరాంకమనియు వ్యవహారింతురు. ప్రక్రియా వ్యవస్థయొక్క తాపక్రమము స్థిరముగా ఉన్నంతకాలము, సమతాస్థితి స్థిరాంకము మారదు. క్రింది ఉదాహరణము పై నియమముయొక్క ప్రయోజనమును విశదముచేయును.

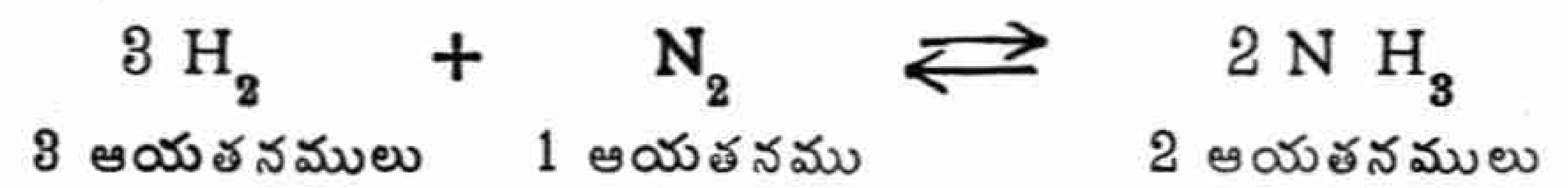
25°C తాపక్రమమున ఒక అణుభారము ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఒక అణుభారము ఆల్కహాల్ తో సంయోగించుటవలన సమతాస్థితియందు $\frac{2}{3}$ అణుభారముల ఎథిల్ ఆసిటేట్, దీనికి సమానమగు అనగా $\frac{2}{3}$ అణుభారముల నీరు సిద్ధించును. ఈప్రయోగఫలములను ఉపయోగించి సమతాస్థితి స్థిరాంకమును లెక్కింతము; సమతాస్థితియందు వివిధ ద్రవ్యముల సాంద్రతలు :




సమతాస్థితి స్థిరాంకము :

$$K = \frac{[CH_3COOC_2H_5]\ [H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]} = \frac{\frac{2}{3} \times \frac{2}{3}}{\frac{1}{3} \times \frac{1}{3}} = 4$$

వాయుద్రవ్యములు సంయోగించు సందర్భములందు సాంద్రతలకుబదులుగ ఆంశికప్రేషములను (చూ. ద్రావణములు-I - పు. 412) వాడవచ్చును. ఏలన వాయువుయొక్క సాంద్రత దాని ప్రేషమునుపట్టి మారుచుండును. 3 : 1 అను ఆయతననిష్పత్తిలోనున్న హైడ్రోజన్, నైట్రోజన్ల నుండి రాసాయనిక సంయోగమువలన అమోనియా సిద్ధించు సన్నివేశమును పరిశీలింతము :




సమతాస్థితియందు x అణుభారముల అమోనియా ఏర్పడినది అనుకొందము. అప్పటి ద్రవ్యములసాంద్రతలను ఆంశిక ప్రేషములలో క్రింది విధమున వ్యక్తపరచవచ్చును. వ్యవస్థలో

$(1-x)$ అణుభారములు నైట్రోజన్
$3(1-x)$ అణుభారములు హైడ్రోజన్
$2x$ అణుభారములు అమోనియా

ఉన్నవి. అందున్న మూడువాయువుల మొత్తపు అణుభారసంఖ్య $(1-x) + 3(1-x) + 2x = 2(2-x)$ అగును. ఈ మొత్తపు అణుభారసంఖ్యనుపట్టియే వ్యవస్థలోనున్న మూడువాయువుల మొత్తపుప్రేషము ఉండును. ప్రతి వాయువుయొక్క ఆంశికప్రేషము దాని అణుభారసంఖ్యనుపట్టి ఉండును. అందువలన మొత్తపుఅణుభారసంఖ్యలో ప్రత్యేకవాయువుయొక్క అణుభారసంఖ్య ఎన్నవవంతో, మొత్తపుప్రేషము (P) లో దాని ప్రత్యేక ప్రేషము అన్నవవంతై ఉండును కావున

$$\frac{P_{N_2}}{P} = \frac{1-x}{2(2-x)};\ \frac{P_{H_2}}{P} = \frac{3(1-x)}{2(2-x)};\ \frac{P_{NH_3}}{P} = \frac{2x}{2(2-x)}$$

ఈనిష్పత్తులనుండి మూడువాయువుల ఆంశికప్రేషములను సాధించవచ్చును.

$P_{N_2}$ (నైట్రోజన్ ఆంశికప్రేషము) $= \frac{1-x}{2(2-x)}P$

$P_{H_2}$ (హైడ్రోజన్ ఆంశికప్రేషము) $= \frac{3(1-x)}{2(2-x)}P$

$P_{NH_3}$ (అమోనియా ఆంశికప్రేషము) $= \frac{2x}{2(2-x)}P$

ఈ ఆంశిక ప్రేషముల విలువలను సమతాస్థితిని తెలియజేయు ఆంశిక ప్రేష సమీకరణమందు ప్రవేశ పెట్టినచో

$$\frac{P^2_{NH_3}}{P^3_{H_2}\times P_{N_2}} = K_p = \frac{\left(\frac{2x}{2(2-x)}P\right)^2}{\left(\frac{3(1-x)}{2(2-x)}P\right)^3\left(\frac{1-x}{2(2-x)}P\right)} = \frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4}\cdot\frac{1}{P^2} = K_p$$ అను సమీకరణము సిద్ధించును.

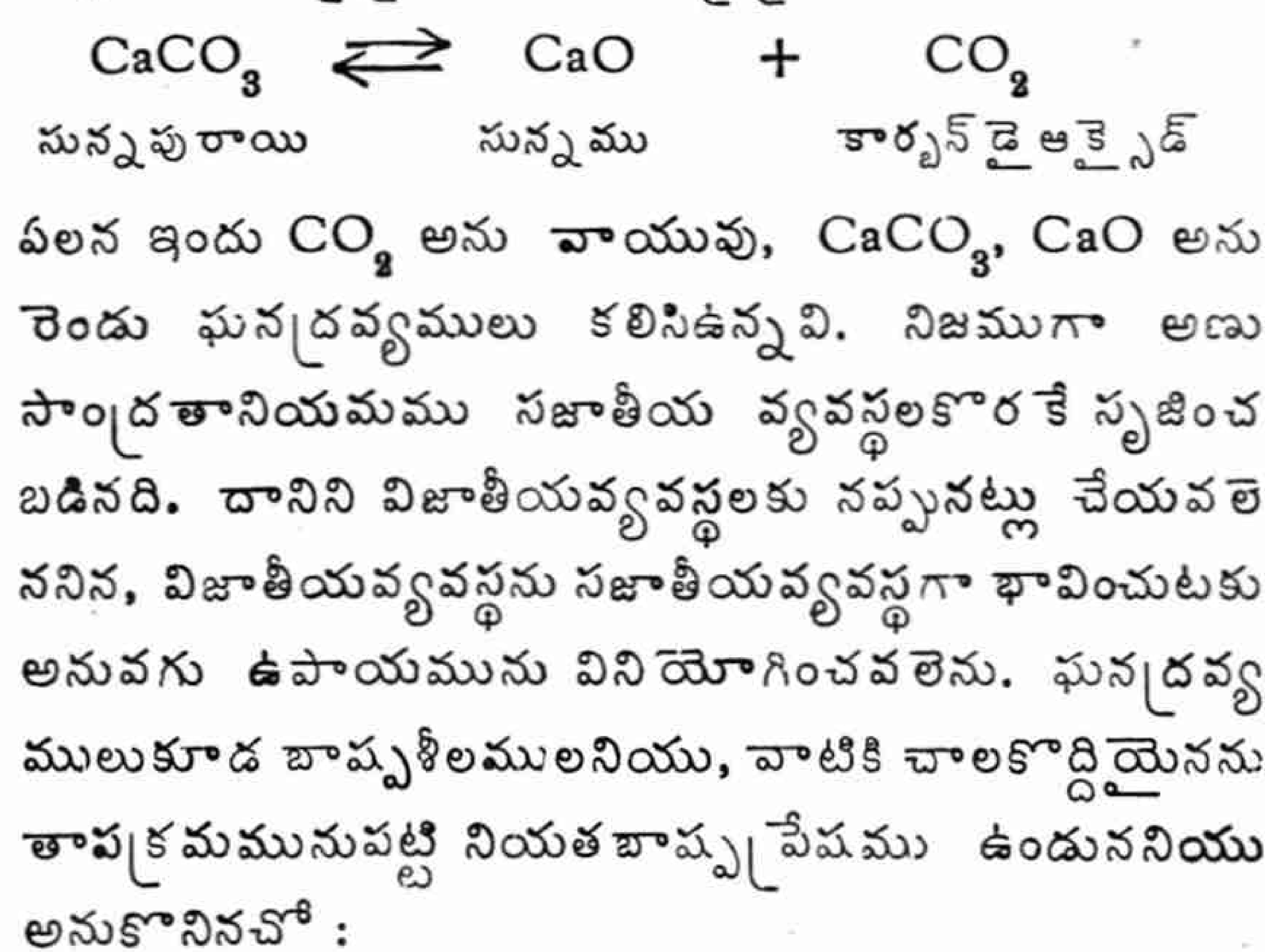
ప్రయోగఫలితముగా లభ్యమైన అమోనియా రాశిని ఒకటితో సరిపోల్చి చూచినపుడు చాల చిన్న భిన్నాంకమైనచో పై సమీకరణమును సంక్షేపముగా

$K_p = \frac{64x^2}{27P^2}$ అని వ్రాయవచ్చును. దీనినుండి

$x^2 = \frac{27}{64}K_p \times P^2$ అను సమీకరణము సిద్ధించును.

చివరసమీకరణమువలన ముఖ్యవిషయము ఒకటి తేలును. అది ఏమనగా లభించు అమోనియా ఉపయోగించిన మొత్తపుప్రేషమునుపట్టి ఉండును. ఈ నిష్కర్ష లీషాట్‌లియర్ సూత్రమునకు అనుగుణముగా ఉన్నది. ఏలన లీషాట్‌లియర్ సూత్రప్రకారము ప్రేషమును హెచ్చించినపుడు అణుసంఖ్య ఎటువైపు తగ్గునో సమతాస్థితి ఆ వైపునకు మారును. అణుసంఖ్య తగ్గుట అమోనియా ఏర్పడుటచే జరుగును. అందుచేత ప్రేషమును హెచ్చించినచో అమోనియా పరిమాణము హెచ్చగును.

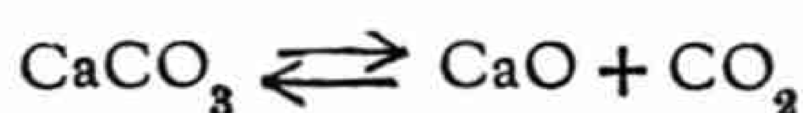
విజాతీయ పరివర్తనీయ ప్రక్రియలయొక్క సమతాస్థితికి పై నియమము కొద్దిమార్పులు చేసినగాని వర్తించదు. సున్నపురాతిని కాల్చినపుడు సున్నము, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడును; ఈప్రక్రియ విజాతీయప్రక్రియకు ఉదాహరణము:



$CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$

సున్నపురాయి   సున్నము   కార్బన్‌డైఆక్సైడ్

ఏలన ఇందు $CO_2$ అను వాయువు, $CaCO_3$, $CaO$ అను రెండు ఘనద్రవ్యములు కలిసిఉన్నవి. నిజముగా అణుసాంద్రతానియమము సజాతీయ వ్యవస్థలకొరకే సృజించబడినది. దానిని విజాతీయవ్యవస్థలకు నప్పునట్లు చేయవలెననిన, విజాతీయవ్యవస్థను సజాతీయవ్యవస్థగా భావించుటకు అనువగు ఉపాయమును వినియోగించవలెను. ఘనద్రవ్యములుకూడ బాష్పశీలములనియు, వాటికి చాలకొద్దియైనను తాపక్రమమునుపట్టి నియతబాష్పప్రేషము ఉండుననియు అనుకొనినచో :



$CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$

అను సమీకరణముచే నిరూపితములగు రాసాయనిక సవ్యాపసవ్యప్రక్రియలు వాయుస్థితిలోనున్న ద్రవ్యముల మధ్యనే జరుగునని ఊహించవచ్చును. ఈ ఊహావలన విజాతీయవ్యవస్థలో సంభవించుచున్న రాసాయనిక ప్రక్రియను సజాతీయప్రక్రియగా భావించుటకు వీలైనది. ఇట్టి పరిస్థితులలో అణుసాంద్రతా నియమము వర్తించును. పై ఊహను అనుసరించి కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌కు, కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్‌కు నియతబాష్పప్రేషములను ఆరోపించి సమతాస్థితిసమీకరణమును క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును :

$$K_1 = \frac{[CaO][CO_2]}{[CaCO_3]} = \frac{P_{CaO}\times P_{CO_2}}{P_{CaCO_3}}$$

స్థిరతాపక్రమములో $P_{CaO}$. $P_{CaCO_3}$ స్థిరమైన విలువలను కలిగియుండును గనుక $\frac{P_{CaO}}{P_{CaCO_3}}$ అను నిష్పత్తిని స్థిరాంకము ($K_2$) చే తెలియజేయవచ్చును.

కావున $\frac{P_{CaO}\times P_{CO_2}}{P_{CaCO_3}} = K_1$ అనునది

$K_2\times P_{CO_2} = K_1$ అగును; లేదా $P_{CO_2} = \frac{K_1}{K_2}$ అగును.

ఈ రెండు స్థిరాంకముల నిష్పత్తిని ఇంకొక స్థిరాంకము [K] తో తెలియపరచి

$P_{CO_2} = K$ అని వ్రాయవచ్చును.

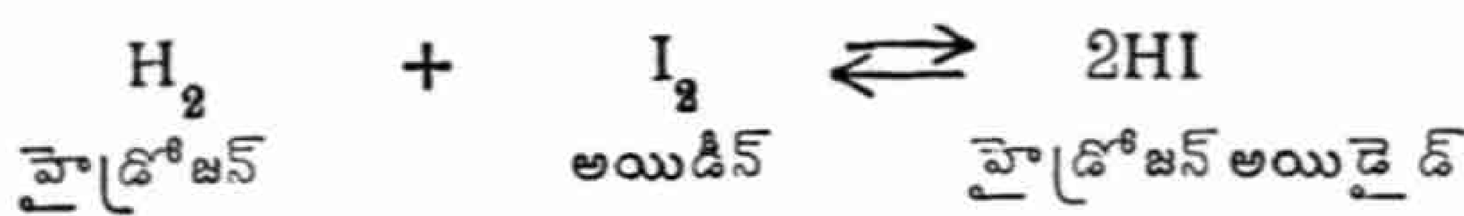
ఈసమీకరణము స్థిరతాపక్రమపరిస్థితిలోనే వర్తించును కనుక సున్నపురాయి వేడివలన విచ్ఛేదించునపుడు ప్రతి తాపక్రమమునకును నియతమైన కార్బన్ డైఆక్సైడ్ ప్రేషము ఉండవలయును; ప్రయోగముకూడ అట్లే చూపుచున్నది. ఈప్రేషమును విచ్ఛేదన ప్రేషము (డిస్సోసియేషన్ ప్రెషర్) అని అందురు.

సంయోగపరిస్థితులు మారుటవలన ఒక్కొక్కప్పుడు సమతాస్థితి మారవచ్చును. ఇట్లు సమతాస్థితిని, అందు పాల్గొను వివిధ ద్రవ్యముల సాంద్రతలను మార్చగల కారణములు; 1. తాపక్రమము; 2. ప్రేషము; 3. ఆయతనము; 4. సంయోగద్రవ్యముల అణుసాంద్రత; 5. ప్రవేశపెట్టిన ఉదాసీనవాయువులు; 6. ప్రేరకద్రవ్యములు.

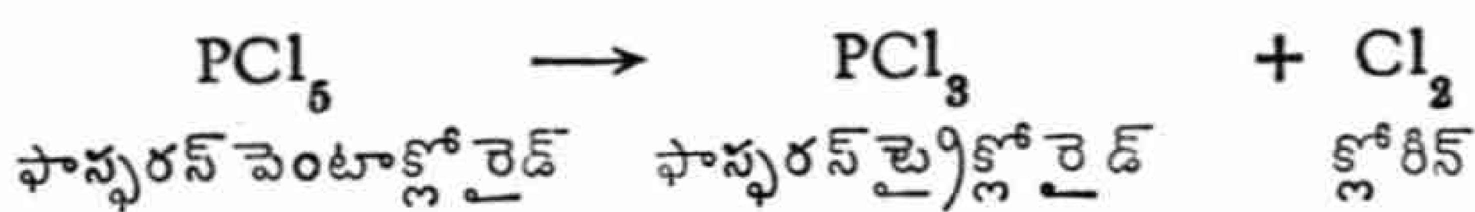
తాపక్రమమును మార్చుటవలన ప్రక్రియల వేగము మారును. ప్రతి $10^{\circ}C$ హెచ్చుదలకును వేగము దాదాపు ఇనుమడించును; ఒక్కొక్కప్పుడు ముమ్మడించును. బహిర్గతమగు ఉష్ణతగల ప్రక్రియ (ఎక్సోతెర్మిక్ రియాక్షన్)

లను తాపాధిక్యము ప్రతిఘటించును. ఉష్ణతను విలీనము చేసికొను (ఎన్‌డో థెర్మిక్) ప్రక్రియలను తాపక్రమాతిశయము పెంపొందించును. ఆ కారణమున తాపక్రమమందలి మార్పు పరివర్తనీయ ప్రక్రియ యొక్క సమతాస్థితిని మార్చును.

ప్రేషము, ఆయతనము పరస్పర సంబంధము కలవి. రాసాయనిక పరివర్తనములందు సంయోగద్రవ్యముల మొత్తపు ఆయతనము లబ్ధద్రవ్యముల ఆయతనమునకు సమానమైనచో ఆయతనమందుగాని, ప్రేషమందుగాని సంభవించుమార్పు ఆ ప్రక్రియల సమతాస్థితిని మార్చలేదు. లబ్ధద్రవ్యముల మొత్తపు ఆయతనము సంయోగద్రవ్యముల మొత్తపు ఆయతనముకంటె తక్కువైనచో ప్రేషము హెచ్చుకొలది అనగా ఆయతనము తగ్గుకొలది ఫలితద్రవ్యముల సాంద్రత పెరుగును. ప్రేషము తగ్గుకొలది ఎదిరి మార్పు బలీయమగును ; ఉదా:




అను సమతాస్థితిని, (అణు) సంఖ్య రెండువైపులను సమానమగుటచే (అవాగాడ్రోకల్పన ప్రకారము ఆయతనముల సంఖ్యకూడ సమానమే) ప్రేషమునందు హెచ్చుతగ్గులు మార్చలేవు ; కాని




అను రాసాయనిక సమీకరణముచే సూచితమైన ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్ యొక్క విచ్ఛేదన ప్రేషము హెచ్చగునపుడు తగ్గిపోవును. అపసవ్య ప్రక్రియవలన ($PCl_3$, $Cl_2$ నుండి) $PCl_5$ అధికమగును.

సాంద్రత : సంయోగ ద్రవ్యముల సాంద్రత హెచ్చుట వలన లబ్ధద్రవ్యముల సాంద్రతకూడ హెచ్చును. లబ్ధద్రవ్యముల సాంద్రతను హెచ్చించినపుడు పునస్సంయోగము వలన కొంతవరకు మరల సంయోగద్రవ్యములు ఏర్పడును. అందుచేత లబ్ధద్రవ్యముల సాంద్రత తగ్గును; సంయోగ ద్రవ్యముల సాంద్రత హెచ్చును. కొంత విచ్ఛిన్నమై, ఫలద్రవ్యములతో సమతాస్థితిలో ఉన్న ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్‌కు బయటనుండి కొంత క్లోరీన్ వాయువును, వ్యవస్థయొక్క ఆయతనమునందు మార్పు లేకుండ చేర్చినచో, పెంటాక్లోరైడ్ విచ్ఛేదన నిరోధింపబడును.

ఉదాసీన, అనగా ప్రక్రియలలో పాల్గొనని, వాయువులను సమతాస్థితియందున్న రాసాయనికవ్యవస్థలలోనికి స్థిర ప్రేష పరిస్థితులలో చేర్చినచో వ్యవస్థయొక్క ఆయతనము హెచ్చగుటచే వివిధసంయోగ ద్రవ్యములయొక్క సాంద్రతలు మారును. కాని అవి అన్నియును ఒకే విధమున మారుటచే సమతాస్థితియందు మార్పు కలుగదు.

ప్రేరకము : సమతాస్థితియందుండు రాసాయనిక వ్యవస్థలకు ప్రేరకద్రవ్యమును చేర్చుట వలన ఉభయప్రక్రియల వేగము సమానముగా మారుటచే, ముందటి సమతాస్థితికి భంగమురాదు.

విజాతీయవ్యవస్థలో సమతాస్థితి : ఈ వ్యవస్థకు ' హెటరోజీనియస్ ఈక్విలిబ్రియమ్ ' అని ఇంగ్లీషులో వ్యవహారము. రెండు, మూడు ద్రవ్యావస్థల మధ్య ఏర్పడు సమతాస్థితికి విజాతీయసమతాస్థితి అని పేరు. నీటికి - నీటి ఆవిరికి, సంతృప్తద్రావణములో ఘన స్థితిలో ఉన్న ద్రావ్యమునకు - ద్రావణమునకు, వాయు ద్రావణమునకు వెలుపల, పైనఉన్న వాయువునకు - ద్రావములో లీనమైయున్న వాయువునకు మధ్య ఏర్పడు సమతాస్థితులు ఈ విజాతీయ తరగతికి చెందినవే.

విజాతీయవ్యవస్థలయందు ఏర్పడు సమతాస్థితిని నిరూపించుటకు మూడువిధానములు ఉన్నవి : 1. కొన్నిమార్పులను చేసి అణుసాంద్రతానియమమును వర్తింపజేయుట ; 2. స్థితినియమమును వర్తింపజేయుట ; 3. విజాతీయ సమతాస్థితి నియమమును వర్తింపజేయుట.

మొదటి రెండువిధానములును వరుసగా అణుసాంద్రతానియమము (చూ. పు. 571) ; స్థితి, స్థితి నియమము (చూ. పు. 577) అను శీర్షికల క్రింద వివరించబడినవి. ఇప్పుడు మూడవ విధానమును గురించి చర్చింతము.

అణుసాంద్రతానియమము కేవలము రాసాయనికవ్యవస్థలకొరకు, అందులో సజాతీయవ్యవస్థలకొరకు కల్పించబడినది. ప్రస్తుత విజాతీయసమతాస్థితినియమము విజాతీయములగు భౌతికవ్యవస్థలకొరకై నిర్మించబడినది. ఏదేని ద్రవ్యము కొంత ఒకస్థితిలోను, మిగిలినది మరియొక స్థితిలోను విభక్తమై సమతాస్థితిలోనున్నప్పుడు ఈ రెండు స్థితులయందు కన్పట్టు ఆద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతల నిష్పత్తి స్థిరతాపక్రమపరిస్థితిలో స్థిరముగా ఉండును. ఒక స్థితిలో ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత $C_1$, రెండవస్థితిలో సాంద్రత $C_2$ అయినపుడు $\frac{C_1}{C_2} = K$ (స్థిరాంకము) అని ఈ నియమము సూచించును.

ఈ నియమము స్థిరతాపక్రమమునకు అన్వయించునని చెప్పియుంటిమి. అదిగాక విభక్తమైయున్న ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము రెండుస్థితులలోను సమానమైనపుడే

ఈనియమము వర్తించును. విజాతీయ వ్యవస్థలను క్రింది విధమున వర్గీకరించవచ్చును :

1. ఘనద్రవ్యము ⇄ దానిబాష్పము;
2. ద్రవద్రవ్యము ⇄ దానిబాష్పము;
3. వాయువు ⇄ ఘనద్రవ్యములో దానిద్రావణము;
4. వాయువు ⇄ ద్రవద్రవ్యములలో దానిద్రావణము;
5. ఘనద్రవ్యము ⇄ ద్రవద్రవ్యములలో దాని ద్రావణము;
6. రెండు కలియనిద్రావములలో ఒక ద్రావ్యము పంపకమై ఉన్నప్పటి సమతాస్థితి.

పైని వర్గీకరించిన సమతావ్యవస్థలకు విజాతీయ సమతాస్థితినియమము ఎట్లువర్తించునో వరుసగా విచారింతము.

ఘనద్రవ్యము ⇄ దాని బాష్పము : ఘన స్థితిలోని అణుసాంద్రత $C_2$ అనియు, బాష్పస్థితిలోనిది $C_1$ అనియు అనుకొనినచో నియమ ప్రకారము $\frac{C_1}{C_2} = K$. కాని ఇక్కడ $C_2$ అనునది ఘనస్థితిలోనున్న ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత అని చెప్పినను, అది నిజముగా దాని విశిష్ట గురుత్వమే అగును. ఏలన సాంద్రత అనగా నియత ఆయతనములోనున్న ద్రవ్యమునకుగల భారము. ఒకేద్రవ్యము విషయములో అది ఘనద్రవ్యమైనపుడు, దాని విశిష్ట గురుత్వమే దాని సాంద్రత. ద్రవ్యముయొక్క విశిష్ట గురుత్వము స్థిరతాపక్రమపరిస్థితులలో స్థిరముగా ఉండును. అందువలన $C_2 = K_1$ అగును :

$$\frac{C_1}{C_2} = K \text{ లేదా } C_1 = K_1 \times K = K'$$

$\therefore C_1 = K'$ అని వ్రాయవచ్చును.

కాని బాష్పస్థితిలోనున్న ద్రవ్యముయొక్క అణు సాంద్రతను దాని ప్రేషము (p)చే తెలియజేయవచ్చును. అనగా $C_1$ బదులు p ని వ్రాయవచ్చును. $\therefore p = K'$ అను సమీకరణము సిద్ధించినది. నియతతాపక్రమమువద్ద ఘన ద్రవ్యముయొక్క బాష్పప్రేషము నియతమైనవిలువను కలిగియుండునని ఈసమీకరణము తెలుపును ; ప్రయోగము కూడ అట్లే చూపుచున్నది. అందువలన ప్రయోగదృష్ట ఫలమునుండి లభ్యమైన నియమమును సిద్ధాంతము సమర్థించినది. అనగా ఘన ⇄ వాయు సమతాస్థితికి విజాతీయసమతాస్థితినియమము వర్తించునన్నమాట.

ద్రవద్రవ్యము ⇄ దాని బాష్పము : ఈ రెండవ పక్షములోకూడ మొదటిదానివలె ప్రతిద్రవ్యమును నియత తాపక్రమములో నియతబాష్పప్రేషమును కలిగియుండునని చూపవచ్చును. ఇదికూడ ప్రయోగానుభవమువలన స్థాపించబడిన నియమమే (చూ. ద్రవములు-II-పు. 407).

వాయువు ⇄ ఘనద్రవ్యములలో దాని ద్రావణము : ద్రావణముల వర్గీకరణప్రకరణములో ఘనద్రవ్యములో లీనమగు వాయువునకు దృష్టాంతముగా పెల్లేడియమ్ ధాతువుచే కబళితమగు హైడ్రోజన్‌ని పేర్కొంటిమి. ఈ పక్షములో $\frac{C_1}{C_2}$ అను నిష్పత్తిలో $C_1$ అనునది నియత భారము పెల్లేడియమ్‌లో విలీనమగు హైడ్రోజన్ భారము (m) ను, $C_2$ అనునది హైడ్రోజన్ యొక్క సాంద్రతను అనగా దాని ప్రేషము (p) ను తెలియజేయును. కనుక పైనిష్పత్తి $\frac{C_1}{C_2}$ ను $\frac{m}{p}$ అని వ్రాయవచ్చును. కనుక $\frac{C_1}{C_2} = K$ అను సమీకరణము $\frac{m}{p} = K$ లేదా $m = Kp$ అని మారినది. ఈ సమీకరణముయొక్క అర్థమేమనిన నియతభారము పెల్లేడియమ్‌చే విచూషితమగు హైడ్రోజన్ భారము (m) పెల్లేడియమ్‌పై హైడ్రోజన్ ప్రేషమునుపట్టి ఉండునవి. కాని ఆ భారము (m) హైడ్రోజన్ ప్రేషము యొక్క వర్గమూలము($\sqrt{p}$)ను పట్టి ఉండునని ప్రయోగము చూపుచున్నది. రెండుస్థితులలోను విభక్తమైయున్న ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము ఒకటేఅగుపరిస్థితులలోనే ఈ విజాతీయనియమము వర్తించునని తెలిపితిమి.

$\frac{m}{\sqrt{p}} = K$ అను సమీకరణము ప్రయోగనిర్ధారితము. కాని $\frac{m}{p} = K$ కాదు. అందువలన పెల్లేడియమ్‌ధాతువులో హైడ్రోజన్‌అణుభారము వాయుస్థితిలోనున్న అణుభారమునకు సగమున్నదని $\sqrt{p}$ తెలియజేయుచున్నది. హైడ్రోజన్‌అణు భారము 2; దానిలోసగము 1; అనగా పెల్లేడియమ్‌ధాతువులో హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థితిలో ఉన్నదని చెప్పవలెను.

విజాతీయనియమముచే సాధించబడిన ఈ నిర్ణయము ప్రయోగముచేకూడ పోషించబడినది. పెల్లేడియమ్‌లో హైడ్రోజన్ పరమాణువులుగా విభక్తమై ఉన్నదని తెలియజేయుప్రయోగమును ఒకదానిని పేర్కొనవచ్చును. విచూషితమైన హైడ్రోజన్ 120°C కు వేడిచేసినచో పెల్లేడియమ్ మరల దానిని పైకి క్రక్కివేయును. పైకివచ్చిన వెంటనే హైడ్రోజన్ అతిచురుకుగా ఉండును. ఈ చురుకుదనము దాని ప్రబల ఆక్సీహరణగుణములో వెల్లడి అయినది. మామూలు తాపక్రమమువద్ద ఈహైడ్రోజన్ గంధ

కమును హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్‌గా మార్చగలదు. ఇట్టి హైడ్రోజన్‌కి 'ఆక్టివ్' హైడ్రోజన్ అని పేరు. ఆక్టివ్ హైడ్రోజన్ నిజముగా పరమాణుస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్. అందువలన పెల్లేడియమ్ ధాతువులో విలీనమైయున్న హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థితిలో ఉన్నదని నిశ్చయముగా చెప్పవచ్చును.

**వాయువు ⇄ ద్రవద్రవ్యములో దాని ద్రావణము :** ద్రావణముల వర్గీకరణములో ఈ వ్యవస్థ మనకు హెన్రీ నియమరూపమున తారసిల్లినది.

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

ఇచ్చట $C_1$ నియతాయతనము ద్రవములో విలీనమైన వాయుభారము. దీనిని **m** అనియు, $C_2$ వాయువు యొక్క సాంద్రత అనగా దాని ప్రేషము **p** అనియు అనుకొందము. అందువలన $\frac{C_1}{C_2} = \frac{m}{p} = K$ అను సమీకరణము సిద్ధించును. $\frac{m}{p} = K$ లేదా $m = K \times p$ అనగా విచూషితమైన వాయుభారము ద్రవముపైనున్న దాని ప్రేషమును పట్టియుండునని సమీకరణము తెలియచేయుచున్నది. ఇదే ప్రయోగముచే స్థాపితమైన హెన్రీనియమము. హెన్రీనియమము నిజముగా విజాతీయ సమతాస్థితి సాధారణ నియమము యొక్క విశిష్టపక్షమని నెర్న్‌స్ట్ నిరూపించెను.

**ఘనద్రవ్యము ⇄ ద్రవద్రవ్యములో దాని ద్రావణము :** సంతృప్తద్రావణములలో ద్రావణపు అడుగున ఘనస్థితిలో నున్న ద్రావ్యమునకును, ద్రావణములో విలీనమైయున్న ద్రావ్యమునకును మధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితి ఇది.

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

ఇక్కడ $C_1$ ద్రావణములో విలీనమైయున్న ద్రావ్యము యొక్క సాంద్రత ; $C_2$ ఘనస్థితిలో ద్రావము యొక్క సాంద్రత. $C_2$ నిజముగా ద్రావ్యము యొక్క విశిష్ట గురుత్వము. ఇది స్థిరతాపక్రమములో స్థిరముగా ఉండును. కనుక $C_2$ బదులు $K'$ అను స్థిరాంకమును వ్రాసి సమీకరణమును $\frac{C_1}{K'} = K$ లేదా $C_1 = K' \times K = K_1$ (ఇంకొక స్థిరాంకము) అను దానికి మార్చవచ్చును. $C_1 = K_1$ అను సమీకరణము యొక్క అర్థమేమన, సంతృప్తద్రావణమందు విలీనమైయున్న ద్రావ్యము యొక్క భారము స్థిరతాపక్రమ పరిస్థితిలో స్థిరాంకముచే తెలియజేయబడునదిగా ఉండును. ప్రయోగదృష్టఫలముకూడ ఇదియే. సంతృప్తద్రావణమం దాక్రిందనున్న ఘనద్రావ్యముతో సమతాస్థితిలోనున్న విలీనద్రావ్యభారమునకే 'ద్రావ్యత' అని పేరు. ఆ ద్రావ్యత తాపక్రమముతో మారుచుండునని ద్రావణధర్మపరిశీలన వలన ఇదివరకే తెలిసికొంటిమి. అనుభవమువలన తెలిసిన విషయమునే సిద్ధాంతము సమర్థించుచున్నది.

**ఒకే ద్రావ్యము రెండు ద్రావముల మధ్య సమతాస్థితి :** కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్, నీరు ఒక దానిలో నొకటి కలియవు. అయిడీన్ చూర్ణమును కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ - నీరు మిశ్రముతో కుదిపినచో రెండు ద్రావములలోను అయిడీన్ లీనమగును. నీటిలోకన్న కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రావములో అయిడీన్ యొక్క ద్రావ్యత చాల హెచ్చు. కార్బన్ డైసల్ఫైడ్‌లో అయిడీన్ చినాలి రంగుగల ద్రావణమును ఇచ్చును. జలద్రావణపు రంగు లేతపిశంగవర్ణము.

ఈ రెండు ద్రావములందు ప్రత్యేకముగా విలీనమైఉన్న అయిడీన్ రాశిని ఉచితపారిమాణిక ప్రక్రియలచే నిర్ణయించి $\frac{C_1}{C_2}$ నిష్పత్తిని లెక్కగట్టినచో ఇది తాపక్రమము మారనంత మేరకు మారకుండ స్థిరముగా ఉండునని చూపవచ్చును. అనగా ప్రతిమిశ్రములో రెండుద్రావములలో వేరువేరుగా విలీనమైఉన్న అయిడీన్ భారములు ఎప్పుడును స్థిర నిష్పత్తినే చూపును. ఈ స్థిరనిష్పత్తికి విభాజనగుణకము పార్టిషన్ లేదా డిస్ట్రిబ్యూషన్ కోఎఫిషెన్ట్ అని పేరు.

ఇచ్చటకూడ రెండు ద్రావణములలోను ద్రావ్యము సమానమైన అణుభారము కలిగిఉన్న పరిస్థితులలోనే $\frac{C_1}{C_2}$ నిష్పత్తి స్థిరమైనవిలువను కలిగిఉండును. రెండవ ద్రావణములో మొదటిదానిలోకన్న ద్రావ్యము యొక్క అణుభారము **n** ఇంతలు అధికముగా ఉన్నపుడు $\frac{C_1}{C_2}$ అను నిష్పత్తి కాక $\frac{C_1}{\sqrt[n]{C_2}}$ అను నిష్పత్తి స్థిరమూల్యమును చూపును. ఒక ద్రావణములోనున్న అణుభారాపేక్షయా రెండవదానిలోని అణుభారమును ఈనియమమును ఉపయోగించి నిర్ణయించవచ్చును.

**ఫాన్ట్‌హాఫ్ ఐసొకోర్ :** రాసాయనిక ప్రక్రియ స్థిరాయతన మందు స్థిరతాపక్రమములో పరివర్తనీయ పరిస్థితులలో జరుగునపుడు సమతాస్థితికి వచ్చునను విషయము ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి (చూ. పు. 108). సమతాస్థితికి చెందిన ప్రతి ప్రక్రియకును K అను సమతాస్థిరరాశి నియామకము. ఈస్థిరాంకపు ఘాతాంకము తాపక్రమముతో అనులోమముగా మారును. ఈమార్పు రేటును

సూచించు సమీకరణమునకు 'వాన్ట్‌హాఫ్ ఐసోకోర్' అని పేరు. అది క్రింద కననగును :

$$\frac{d \log K}{d T} = \frac{\Delta U}{RT^2}$$

ఇందు మొదటిపదము K యొక్క ఘాతాంకము log K ఎట్లు పరమతాపక్రమముతో మారునో ఆ రేటును తెలియజేయును. $\Delta U$ ప్రక్రియయందు విచూషితమగు తాపశక్తి; T పరమమానములో తాపక్రమము; R వాయు స్థిరాంకము. డి. సు. రా.

**రాసాయనిక పరివర్తనము - III :** ఇందు స్థితి, స్థితి నియమము (ఫేస్ - ఫేస్‌రూల్)ను గూర్చి చర్చించబడును. ఏ ద్రవ్యమైనను వివిధ భౌతికస్థితులలో అనగా ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో ఉండవచ్చును. జలము మంచుగడ్డగాను, నీరుగాను లేదా నీటిఆవిరిగాను ఉండవచ్చును. మూత వేయబడిన ఒకపాత్రలో ఉన్న నీటిపైన నీటిఆవిరి ఉండును. అనగా నీరు రెండుస్థితులలో ఉన్నది. ఈస్థితులురెండును పరస్పరము సమతాస్థితిలో ఉన్నవని అందురు. పైని ఉదాహరించిన పాత్రలోనినీటిని క్రమముగా వెచ్చచేసిన, అనగా దాని తాపక్రమమును హెచ్చుచేసిన, నీరు కొంత సేపటికి నిశ్శేషముగ ఆవిరిగా మారును. ఆవిరిపై ప్రేషమును హెచ్చుచేసిన అది ద్రవరూపమును పొందును. ఒకప్పుడు ఒకే సమయమున - అనగా తాపక్రమము, ప్రేషము వంటి బాహ్యపరిస్థితులు అనుకూలముగా ఉన్నపుడు - జలముయొక్క మూడురూపములు సమతాస్థితిలో ఉండవచ్చును. దీనిని స్థితిసమత్వము అని అనవచ్చును.

ఇట్లు ద్రవ్యరూపములమధ్య ఏర్పడిన సమతాస్థితి బాహ్యపరిస్థితులయందు మార్పు కలిగించినపుడు ఎట్టిమార్పును చెందునో తెలిసికొనుటకు ఒక నియమముకలదు. దీనికి 'స్థితినియమము' అని పేరు. దీనిని 1876 లో విల్లర్డ్ గిబ్స్ అను విజ్ఞాని శక్తిశాస్త్ర నియమములనుండి స్థాపించెను.

స్థితినియమమును క్రింది విధమున నిర్వచింపవచ్చును. 'స్థితులసంఖ్య, స్వేచ్ఛాంశలసంఖ్య కలిసి, అంశీభూతముల సంఖ్యకంటె రెండు ఎక్కువగా ఉండును.' P స్థితుల సంఖ్యను; F స్వేచ్ఛాంశలసంఖ్యను; C అంశీభూతముల సంఖ్యను తెలియచేసినచో పై నియమమును క్రింది సమీకరణరూపమున వ్రాయవచ్చును: $P + F = C + 2$

ఇక ఈ నియమమందు ఉపయోగించబడిన పదముల అర్థమును కనుగొందము.

స్థితులు : సున్నపురాతిపొడిని మూసినపాత్రలో కాల్చినపుడు కొంతభాగము సున్నము అగును. సున్నపురాయి, సున్నము ఘనస్థితిలోనే ఉన్నవి. ఈ రెంటిని ఒకదానినుండి మరియొకదానిని భౌతికపద్ధతులను ఉపయోగించి విడదీయవచ్చును. ఉదాహరణమునకు : సున్నపురాయి, సున్నముకన్న ఎక్కువ విశిష్టగురుత్వము కలది. అందువలన అట్టి మిశ్రమునుండి సున్నమును చేటతోచెరిగి వేరుచేయవచ్చును. ఇట్లు సముదాయమునుండి ప్రత్యేకించి విడదీయ వీలైన సజాతీయద్రవ్యావస్థకు 'స్థితి' అని పేరు.

సారాయి నీరు కలిసినప్పుడు, ఒకదానిలో ఒకటి విలీనమగును గనుక, సారాయి - నీటి మిశ్రము ఒకేస్థితిలో ఉన్నదని చెప్పవలెను. బెంజిన్‌తో నీరు కలియదు కనుక, ఆ రెండుద్రవములను ఒకదానితో ఒకటి చేర్చినపుడు, విడివిడిగా ఉండును. నైట్రోజన్‌ని, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువుతో కలిపినపుడు ఆ రెండువాయువులును చేరి ఒకేస్థితి ఏర్పడును. ఇట్లు వాయువులు ఎన్ని కలిసి ఉన్నను, అవి పరస్పరము విలీనమగును కనుక, వాటి మిశ్రము ఒకేస్థితిగా కన్పట్టును.

ఘనద్రవ్యములకలయికలో ప్రతిద్రవ్యమును ప్రత్యేక స్థితిగా ఎంచబడును. కాని ఒకఘనద్రవ్యము వేరువేరు శకలములుగా ఉన్నప్పుడు ఆ శకలములన్నియు చేరి ఒకటే స్థితి అగును.

అంశీభూతములు : ఒక వ్యవస్థయందు ఏర్పడిన సమతాస్థితిలో పాల్గొను ద్రవ్యములు అన్నిటిని, స్థితినియమ సంప్రదాయ ప్రకారము ఆవ్యవస్థ యొక్క అంశీభూతములనుటకు వీలులేదు. ఆ వ్యవస్థయందు గల ప్రతి స్థితియొక్క ద్రవ్యసంఘటనమును రాసాయనిక సమీకరణముచే నిరూపించుటకు కావలసిన ద్రవ్యముల కనిష్ఠ సంఖ్య, అంశీభూతములసంఖ్య అనబడును. ఉదాహరణము: కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ (సున్నపురాయి) ను మూసిన పాత్రలో వేడిచేసినపుడు, అది కాల్సియమ్ కార్బొనేట్, కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్ (సున్నము), కార్బన్ డైఆక్సైడ్ క్రింద విడిపోయి ఈ మూడుద్రవ్యములమధ్య రాసాయనిక సమతాస్థితి ఏర్పడును. ఇందు మూడు ద్రవ్యములు ఉన్నను, దేనిసంఘటనమునైనను రెండు ద్రవ్యములను ఉపయోగించి రాసాయనికసమీకరణముచే సాధించవచ్చును. ఉదాహరణమునకు కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ సంఘటనమును 1 అణువు కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ = 1 అణువు కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్ + 1 అణువు కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ అను సమీకరణముచే నిరూపించవచ్చును.

కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ సంఘటనము: 1 అణువు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ = 0 అణువు కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్ + 1 అణువు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అను సమీకరణముచే నిరూపించవచ్చును.

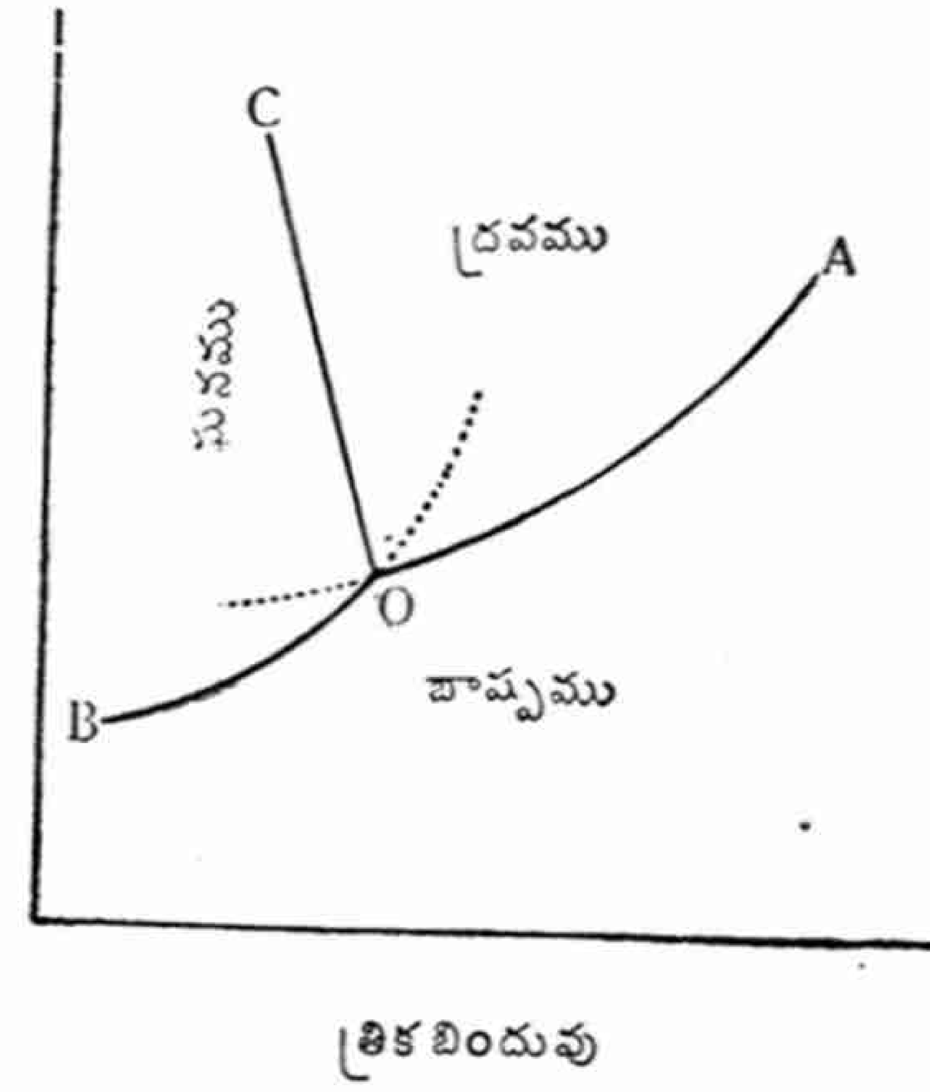
ఇట్లు పై కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ వ్యవస్థలో మూడు ప్రత్యేకద్రవ్యములు ఉన్నను, అందున్న వేరువేరుస్థితుల ద్రవ్యసంఘట్టనమును సమీకరణరూపమున నిరూపించుట కాల్సియమ్‌ఆక్సైడ్, కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అను రెండు ద్రవ్యములవల్లనే సాధ్యమైనది. అందువలన ఈవ్యవస్థ యొక్క అంశీభూతములు రెండే. స్థితినియమప్రకారము వ్యవస్థలను, ఏకాంశీభూతములని, ద్వ్యంశీభూతములని, త్ర్యంశీభూతములని విభజించవచ్చును. నీరు, నీటిఆవిరి, మంచు ఈస్థితులను నిరూపించుట ఒకేద్రవ్యము (నీరు) వలన సాధ్యమైనది కనుక, ఈవ్యవస్థకు ఏకాంశీభూత వ్యవస్థ అని పేరు. పైని ఉదాహరణముగా పేర్కొనిన కాల్సియమ్‌కార్బొనేట్ వ్యవస్థ ద్వ్యంశీభూతవ్యవస్థ. నీరు, బెన్జీన్- సారాయి, ఈ మూడుద్రవ్యములమిశ్రము సమతా స్థితిలో ఉన్నపుడు ఏర్పడినవ్యవస్థ త్ర్యంశీభూతవ్యవస్థ. పారిశ్రామికముగా ఈవ్యవస్థ సారాయిని నిర్జలముగా చేయుటకు ఉపయోగించుచున్నది.

స్వేచ్ఛాంశలు : ఏవ్యవస్థయందైనను సమతాస్థితి ఏర్పడినపుడు ఆస్థితి బాహ్యాపరిస్థితులను అనగా తాపక్రమము, ప్రేషము, అణుసాంద్రతలను పట్టి ఉండునని ఇదివరకే తెలుపబడినది. ఆ మూడింటిలో ఒకదానినిగాని, రెండింటిని గాని, లేదా అన్నిటినిగాని మార్చినపుడు, వ్యవస్థలోనున్న స్థితులలో ఒకటి, లేదా రెండు మాయమగును. స్థితుల సంఖ్యలో ఎట్టిమార్పు రాకుండ, మార్చుటకు వీలైన బాహ్యా పరిస్థితులసంఖ్యను స్వేచ్ఛాంశములసంఖ్య అని అనవచ్చును.

నీరు, నీటిఆవిరి కలిసిఉన్నపుడు నీటిఆవిరి ప్రేషము తాపక్రమమునుపట్టి ఉండును ; కాని నీటియొక్క రాశిని పట్టి ఉండదు. అనగా నీరు కొద్దిగా ఉన్నను, ఎక్కువగా ఉన్నను బాష్పప్రేషము ఒక్కటియే. కనుక తాపక్రమము మారనపుడు నీటిబాష్పప్రేషముకూడ మారదు. అట్టి వ్యవస్థయందు ఉన్నస్థితులలో ఏ ఒకటియు లోపించకుండ తాపక్రమమునుగాని, ఒత్తిడినిగాని ఒక మేరవరకు మార్చవచ్చును ; కాని రెండిటిని మార్చుటకు వీలులేదు. కనుక ఇట్టి వ్యవస్థకు ఒక స్వేచ్ఛాంశము కలదు. రెండిటిని మార్చినచో నీరుఅంతయు ఆవిరిఅగుటయో, లేదా ఆవిరి మాయమై నీరగుటయో తటస్థించును.

ఇంతవరకు స్థితినియమమునందు ఉపయోగింపబడిన పదముల అర్థములు వివరించితిమి. ఇక దానివలన ప్రయోజనమును ఒక సామాన్య ఏకాంశీభూత వ్యవస్థను ఉదాహరణముగా తీసికొని నిరూపింతము.

పైనిచెప్పిన జలస్థితులు సమతాస్థితులలోనున్నవిషయమును రేఖాచిత్రముచేతకూడ నిరూపించవచ్చును. ఇట్టి రేఖాచిత్రమునకు స్థితిరేఖా చిత్రము (ఫేస్ డయాగ్రమ్) అని పేరు. ఇక్కడ నున్న ఈ రేఖాచిత్రమందు OA, OB, OC అని మూడు రేఖలున్నవి. ఇందు OA అను రేఖ, వేరువేరు తాపక్రమముల వద్ద నీరు దాని ఆవిరితో ఏ ఏ ప్రేషములక్రింద సమతా స్థితిలో నున్నదో తెలుపును.




త్రికబిందువు

OB అనురేఖ ఇట్లే గడ్డమంచుయొక్క ఆవిరి ప్రేషము తాపక్రమముతో ఎట్లుమారునో తెలుపును. అనగా మంచుకు, దాని ఆవిరికి, మధ్యను ఏర్పడిన సమతాస్థితిని నిరూపించును. OC అనురేఖ గడ్డమంచుకు, నీటికి మధ్య ఏర్పడిన సమతా స్థితిని తెలుపును. ఈ మూడురేఖలును O వద్ద పరస్పరము ఖండించుకొనుచున్నవి. ఈ Oఅను బిందువువద్ద నీటియొక్క మూడురూపములును సమతాస్థితిలో ఉన్నవి. అందువలన దీనికి ' త్రికబిందువు ' (ట్రిపుల్ పోయింట్) అని పేరు.

ఈరేఖాచిత్రములో మూడురేఖలును, ఒక త్రికబిందువును, ఈ మూడురేఖలవలన వేరుచేయబడిన మూడు ప్రత్యేకతలములును కలవు. ఈ చిత్రములో బిందువులు శూన్యస్వేచ్ఛాంశములు కలవనియు, రేఖలు ఏకస్వేచ్ఛాంశము కలవనియు, తలములు రెండు స్వేచ్ఛాంశములు కలవనియు ప్రయోగను వలన మనకు లభ్యమైన అనుభవమును స్థితినియమసమీకరణ సహాయమున సమర్థింపకలుగుటచే నియమప్రయోజనము సుబోధ్యమగును.

తలములు : ద్రవము, బాష్పము, ఘనము అను పేరులు గలవి. ప్రతితలమందును స్థితి ఒక్కటే. అందువలన $P = 1$, ఈవ్యవస్థయందు అంశీభూతము ఒక్కటే గనుక $C = 1$; $P + F = C + 2$ అని స్థితినియమము చెప్పుచున్నది.

$$\therefore\ F = C - P + 2 = 1 - 1 + 2 = 2$$

అందువలన ఏతలమైనను రెండు స్వేచ్ఛాంశములు కలది అని సమర్థించితిమి.

రేఖలు : OA రేఖపై నీరు, నీటిఆవిరి సమతాస్థితిలో ఉన్నవి. అందువలన స్థితులు రెండు ; అనగా $F = 2$ అంశీభూతము మరల ఒకటే గనుక

$$F = 1 - P + 2 = 1 - 2 + 2 = 1$$

ఇట్లే తక్కిన రేఖలనుకూడ సమర్థించవచ్చును.

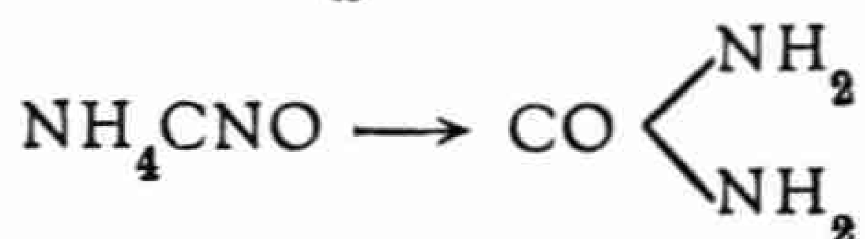
బిందువు: ఇచ్చట నీరు, ఆవిరి, గడ్డమంచు అను **మూడు** స్థితులున్నవి. ∴ P = 3 అంశీభూతము ఒక్కటే కనుక C = 1 అనగా త్రికబిందువునకు స్వేచ్ఛాంశలులేవు అని సమర్థించితిమి.

ఇట్లే ద్వ్యంశీభూతములందు ఇంకను క్లిష్టములైన వ్యవస్థలందు స్థితినియమప్రయోగమును నిర్వహించవచ్చును. ఈస్థితినియమము వివిధధాతుమిశ్రముల తయారు చేయుట యందును, ద్రవద్రవ్యమిశ్రములనుండి ప్రత్యేక ద్రవ్యములను విడదీయుట యందును ఉపయోగించు చున్నది. వై. వి.

**రాసాయనికపు ఫార్ములా:** చూ. అణుభావము - అణుభారభావము - పు. 133.

**రాసాయనిక ప్రక్రియాభావము:** మూలద్రవ్యభావ విమర్శలో, రాసాయనికపు మార్పులక్షణములను వివరించు పట్ల, ఏ ప్రక్రియయందు మొదటిద్రవ్యములకన్న భిన్న ధర్మములుగల నూతనద్రవ్యములు ఏర్పడునో, ఆప్రక్రియ రాసాయనికప్రక్రియ అని నిరూపించబడినది. ఈనిర్వచనమును కొంచెముగా విస్తరించి నిర్ణీతరాసాయనికసంఘట్టనముగల ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని ద్రవ్యములనుండి ఇతర నిర్ణీతరాసాయనిక సంఘట్టనముగల నూతన ద్రవ్యములు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని ఏర్పడుప్రక్రియను రాసాయనిక ప్రక్రియ అని చెప్పవచ్చును. ఏదేనిప్రక్రియ రాసాయనిక ప్రక్రియ అగునో, కాదో సాధారణముగా చెప్పవచ్చును. కాని కొన్ని సందర్భములలో కొంతసందేహమునకు అవకాశము గలదు. ఆక్సిజన్ ($O_2$) ఓజోన్ ($O_3$) గా మారునపుడు, రంగులేని నైట్రోజన్ టెట్రాక్సైడ్ ($N_2O_4$) వేడి వలన రంగుగల నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్‌గా మారునపుడు, మూలద్రవ్యములయందుగాని, శాతసంఘట్టనమునందుగాని మార్పు లేదు. అణుసాంకేతికము మారినది కాన, ఇచ్చట కూడ ఫలితద్రవ్యముల ధర్మములు, మొదటివాటి ధర్మముల కన్న భిన్నముగా నుండుటచే, ఇవికూడ రాసాయనిక ప్రక్రియలే అనవలెను.

సంఘట్టనము నందును అణుసాంకేతికము నందును మార్పులేకపోయినను అణువునందు బద్ధమైయున్న పరమాణువుల స్థానవిన్యాసములయందు మార్పు సంభవించునపుడు కూడ నూతనద్రవ్యములు ఏర్పడవచ్చును. అమోనియమ్‌సైనేట్‌ను వేడిచేసినపుడు యూరియా ఫలించినప్పుడు స్థానవిన్యాసమందు మార్పు:



$$NH_4CNO \longrightarrow CO\begin{cases}NH_2\\NH_2\end{cases}$$

సంభవించి నూతనద్రవ్యము ఏర్పడినది కనుక, ఈప్రక్రియను కూడ రాసాయనిక ప్రక్రియ అనియే అనవచ్చును. నీరు ఆవిరిగా మారుటలో $(H_2O)_n$ సాంకేతికముగల సంకీర్ణాణువులు, ($H_2O$) అను సరళాణువులుగా మారును. ఇట్లే ఘనస్థితిలో ఉన్న గంధకమును వేడిచేసినపుడు $S_8$ అను సాంకేతికము గల ఘనస్ఫటికస్థితి, తాపక్రమము హెచ్చు కొలది క్రమముగా $S_6$, $S_4$, $S_2$, S అను సాంకేతికముగల అణువులుగా మారును. ఈ ప్రక్రియ యందు అణురచన యందు మార్పులు కలిగినను, దీనిని రాసాయనిక ప్రక్రియగా భావించరు. ఇట్లే రాంబిక్ గంధకము మోనోక్లినిక్ గంధకముగా మారునపుడు ఈ ప్రక్రియను కూడ రాసాయనిక ప్రక్రియగా భావించుట సంప్రదాయము కాదు. ఈ ప్రక్రియలు కేవల భౌతిక ప్రక్రియలు అనియు, ఇవి ఆ వ్యవస్థలయందు సంభవించు రాసాయనిక ప్రక్రియను వెన్నంటి ఉండుననియు చెప్పుదురు.

మొత్తముమీద సామాన్య ప్రేషతాపక్రమపరిస్థితులలో పరిశుద్ధముగా తయారుచేయుటకుగాని లేదా ప్రక్రియ జరుగుచున్న ద్రవ్యమిశ్రమునందైన ప్రత్యేకముగా గుర్తించుటకుగాని, వీలిచ్చు రాసాయనికద్రవ్యములు ఏ ప్రక్రియ యందు జనించునో ఆ ప్రక్రియను ' రాసాయనిక ప్రక్రియ ' అని స్థూలముగా అనవచ్చును.

రాసాయనిక ప్రక్రియలను నిరూపించుటకు సాంకేతిక పద్ధతి ఒకటి సృజించబడినది. ప్రక్రియలోపాల్గొను మొదటి ద్రవ్యములను ఎడమవైపు, ఫలితద్రవ్యములను కుడివైపు వ్రాసి ప్రక్రియను సమీకరణరూపమున తొలిని సూచించిన వాడు లావ్వాజ్యే.

మూలద్రవ్యములకును యౌగికములకును ప్రస్తుతము వాడుకలోనున్న సాంకేతికములను బర్జీలియస్ సృజించెను. ఈ సాంకేతిక పద్ధతిలో హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ కలిసి నీరు ఏర్పడునను రాసాయనిక ప్రక్రియను $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ అని వ్రాయుదురు. చిహ్నాలకు ముందుఉన్న సంఖ్యలు (గుణకములు) ద్రవ్యనిత్యతానియమమును అనుసరించి ప్రక్రియ జరుగునని సూచించును. సమీకరణములో ఎడమ ప్రక్కనున్న గ్రాము-పరమాణువులసంఖ్య కుడివైపునున్న గ్రాము-పరమాణువులసంఖ్యకు సరిపోవలయును. పై సమీకరణములో కుడిఎడమల నాలుగుగ్రాముపరమాణువుల హైడ్రోజన్, రెండుగ్రాముపరమాణువుల ఆక్సిజన్ ఉన్నవి (గ్రాము పరమాణువులు అనుటకుబదులుగా పరమాణువు లనినను సమీకరణము సార్థకమగును). యౌగికసాంకేతికములను వ్రాయునపుడు వాటి అణుసంఘట్టనము ఎట్లు యథార్థముగా సూచించబడునో, అట్లే ప్రక్రియాసమీకరణ

ములను వ్రాయునప్పుడుకూడ కుడిఎడమలనున్నద్రవ్యముల అణుసంఘట్టనములను సూచించు సాంకేతికములనే వాడుక చేయుదురు. అందువలననే పై సమీకరణమును

$2H_2 + O_2 = 2H_2O$……(1) అని వ్రాయవలసినదే కాని $2H + O = H_2O$……(2) అని వ్రాయకూడదు.

అనగా 1 వ సమీకరణమును మాటలలో పెట్టినపుడు రెండుఅణువుల హైడ్రోజన్, ఒక అణువు ఆక్సిజన్ రాసాయనికముగా కలిసి రెండుఅణువుల నీటిని ఇచ్చును అను అర్థమును ఇచ్చును.

యౌగికముల అణుసాంకేతికములను నిరూపించుట విషయమై ఏ చిక్కులుఉన్నవో అట్టిచిక్కులే ప్రక్రియా సమీకరణసాంకేతికమును వ్రాయునప్పుడుకూడ తటస్థించును. ఉదా: ఆక్సిజన్‌తో 'ఘనస్థితిలోనున్న కార్బన్ సంయోగించి కార్బన్ డైఆక్సైడ్ అగును' అను ప్రక్రియను సాంకేతించుటలో $C + O_2 = 2CO$ …….. (౩) అని వ్రాయుదురు.

ఈ సమీకరణములో రెండు విజాతీయ సాంకేతికములు కూర్చబడినవి. C అను గుర్తు అణుసాంకేతికము కాదు. ఏలన ఘనస్థితిలోనున్న కార్బన్ యొక్క అణుస్థితి విషయమై మనకు ఏమియు తెలియదు. అందువలన గ్రాముపరమాణుభారమునకు C సంకేతము; తక్కిన $O_2$, $CO_2$ అను రెండు గుర్తులు ఆక్సిజన్ యొక్కయు కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ల యొక్కయు అణుసాంకేతికములు. అందువలన ఈ రెండవ సమీకరణమును ఒక గ్రాము-పరమాణుభారము కార్బన్ ఒక ఆక్సిజన్ అణుభారముతో సంయోగించి ఒక అణుభారము కార్బన్ డైఆక్సైడ్ లభించినదని చదువవలెను.

ఇట్లే ఘనస్థితిలోనుండు లవణముల అణుసాంకేతికములు తెలియవు. సోడియమ్‌క్లోరైడ్ (ఉప్పు) శుద్ధసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో కలిసినప్పుడు క్రింది ప్రక్రియ జరుగును:

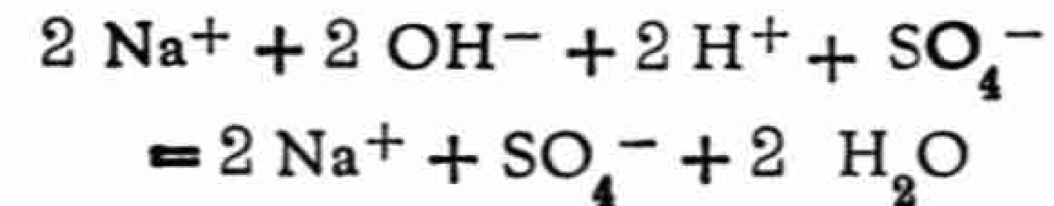


$$2\,NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,HCl$$

ఫలితద్రవ్యములుగా ఘనస్థితిలోనున్న సోడియమ్ సల్ఫేట్, వాయుస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ లభ్యమగును. ఈ సమీకరణమందుకూడ $H_2SO_4$, HCl అనునవి అణుసాంకేతికములు. తక్కినరెండును ప్రక్రియయందు పాల్గొను తక్కిన ద్రవ్యముల రాసాయనిక సంఘట్టనమును తెలియజేయు ప్రాయోగిక సాంకేతికములు.

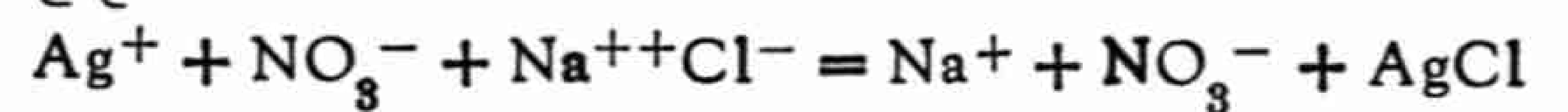
అయన్‌యౌగికములమధ్య జరుగు ప్రక్రియలను సమీకరణరూపమున సాంకేతించుటయందు, యౌగికములను అయన్‌లుగా విడదీసివ్రాయుట పరిపాటి.

$2\,NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,H_2O$ అను ప్రక్రియను తీసికొందము. ఈ ప్రక్రియలో సోడాక్షారము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో తటస్థీకరించబడును. అయన్ సిద్ధాంత ప్రకారము సోడాక్షారము ద్రావణములో $Na^+ + OH^-$ అను అయన్‌లుగ విడిపోవును; అట్లే సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ $2\,H^+ + SO_4^-$ అను అయన్‌లుగ విడిపోవును. ప్రక్రియ అయన్‌లమధ్యనే జరుగును; గనుక దానిని:



$$2\,Na^+ + 2\,OH^- + 2\,H^+ + SO_4^- = 2\,Na^+ + SO_4^- + 2\,H_2O$$

అని వ్రాయవలయును. తటస్థీకరణ ఫలముగా ఏర్పడిన నీరు అయన్‌లుగ విడిపోవునది కాదు. కాబట్టి, దాని సాంకేతికమును $H_2O$ అని వ్రాయవలసి వచ్చినది. ఇట్లే సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమునకు సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము కలిపినప్పుడు ఏర్పడు అద్రావ్యసిల్వర్ క్లోరైడ్ అయన్‌లుగ విడదనియే చెప్పవచ్చును. అందువలన ఈ ప్రక్రియను:



$$Ag^+ + NO_3^- + Na^+ + Cl^- = Na^+ + NO_3^- + AgCl$$

అని వ్రాయవలయును. ఈ సమీకరణమునందు కుడి ఎడమలకు సామాన్యముగానున్న $Na^+$, $NO_3^-$ అను సంకేతములను కొట్టివేసినచో సమీకరణములో మిగులునది $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl$ అగును. ఇట్లే తటస్థీకరణ సమీకరణమందు కూడ చేసినచో మిగులునది $H^+ + OH^- = H_2O$ అను సమీకరణము. ఒకప్పుడు ప్రక్రియలు పరివర్తనీయములగు పరిస్థితులలో ఆ పరివర్తనీయతను రెండు దిక్కులను సూచించు బాణములచే గుర్తింతురు. $H_2 + I_2 \rightleftarrows 2\,HI$ (చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము-I - పు. 570). తక్కిన రాసాయనిక మూలభావములలో ప్రధానములైనవి: 1. ప్రక్రియాతాపభావము, 2. ప్రక్రియావేగభావము; 3. ప్రక్రియా సమస్థితిభావము 4. ప్రక్రియాకార్యశీలశక్తిభావము. ఇవి భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రమునకు చెందినవి అగుటచే ఆ భాగమున వీటి వివరణ కననగును. ప్రక్రియాతాపభావము తాపరాసాయనిక శాస్త్రము అను శీర్షిక క్రింద చర్చించబడినది. పై విషయపట్టికలో రెండవది, మూడవది ఆయాశీర్షికలయందే నిరూపించబడినవి; నాలుగవది రాసాయనిక మైత్రిలో నిరూపించబడినది.

మే. వ. న.

**రాసాయనిక మైత్రి** (కెమికల్ ఎఫినిటీ): రాసాయనిక శాస్త్రముయొక్క ముఖ్యోద్దేశము రాసాయనిక పరివర్తన స్వభావ నిరూపణమము పరివర్తనవేగము, సమతాస్థితి - వీటిని మార్చగల పరిస్థితులు, పరివర్తనమును వెన్నంటి

యుండు శక్తివిశేషములు చర్చించబడినవి. ఆయా శీర్షికల క్రింద మరొక ముఖ్యవిషయము: అది ద్రవ్యములు రాసాయనికముగా సంయోగించుటకు గల కారణము. అన్యోన్య సంపర్కమునకు తేబడిన రెండు ద్రవ్యములు ఎందుకు రాసాయనికముగా సంయోగించునను ప్రశ్నను క్రీ. పూ. 6వ శతాబ్దమున గ్రీక్ తత్త్వశాస్త్రవిదులు సూచించిరి. వారు ద్రవ్యముల మధ్యను కూడ మానవు లందువలె అనురాగము లేదా మైత్రి ఒకటి ఉండుననియు, ఆ అనురాగము కారణముగా ద్రవ్యములు సంయోగించు ననియు సమాధానము ఇచ్చిరి. అనురాగమే కాక ద్రవ్యాణు సాంద్రత కూడ సంయోగకార్యమును నిర్వహించుటకు కారణభూతమని బెర్టోలే అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞుని (1799) చే స్థాపింపబడినది. అనగా అనురాగము, అణుసాంద్రత అను రెండు గుణకముల మొత్తపు ఫలితమే సంయోగ క్రియాసిద్ధికి కారణము.

రాసాయనిక కార్యము = అనురాగము × అణు సాంద్రత. ఈ సూత్రప్రకారము మొదటిద్రవ్యముల మధ్య అనురాగము మందమైన పరిస్థితులలో అణుసాంద్రతను ఎక్కువచేసినచో రాసాయనిక కార్యము నిరాటంకముగా కొనసాగును. ఈ విషయము సర్వతోముఖముగా ప్రాయో గికముగా నిరూపించబడినది. ఈ సిద్ధాంతము నుండియే గుల్డ్‌బర్గ్ నవీన అణుసాంద్రతా నియమముఉత్పన్నమైనది.

సంయోగ కార్యము ఎంతవరకు నడచినది కనుగొను టకు తప్ప అనురాగపరిమితిగణనకు ఈసిద్ధాంతము ఉపక రించదు. అనురాగముకూడ ద్రవ్యమందు అంతర్భూతమై వాటిని సంయోగమునకు ప్రేరేపించు ఒకశక్తివిశేషమని మనము ఊహించవచ్చును. అట్టిశక్తికి మానముగా రాసా యనిక సంయోగమందు ఆవిర్భవించు తాపగరిమను తీసి కొనిన బెర్టోలే, తామ్సన్ యత్నము ఎట్లు విఫలమైనదో మునుపే సూచించితిమి (చూ. పు. 97).

తరువాత ప్రక్రియావేగము ద్రవ్యముల మధ్యఉన్న రాసాయనిక మైత్రికి మానమేమో అని భ్రమించి మైత్రిని కొలుచుటకు చేసిన ప్రయత్నములుకూడ విఫలమయ్యెను. ఏలన మైత్రికిని, ప్రక్రియావేగమునకును సంబంధమున్నట్లగ పడదు. ఆక్సిజన్, హైడ్రోజన్ వాయువుల మధ్య సంయో గాభిలాష అత్యంతము. అయినను సాధారణ తాపక్రమము వద్ద ప్రక్రియ జరుగదు. నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్ వాయువుల మధ్య సంయోగాభిలాష చాల తక్కువైనను సంయోగవేగము చాల ఎక్కువ. కొనకీసమస్య ఫాన్ట్ హాఫ్ వలన వివరింపబడినది. ఆ విధానమును ఇచ్చట సవిమర్శ ముగా విస్తరించెదము.

రాసాయనిక సమతాస్థితి ప్రకరణములో స్వతఃప్రేరిత మగు ప్రతిప్రక్రియయు సామాన్యముగా కొనకు సమతా స్థితికి వచ్చునని చెప్పి ఉంటిమి. ఒక ప్రక్రియ స్వతః ప్రేరితముగా సాగునపుడు అందుండి కొంత కార్యశక్తి జనించును.

రాసాయనికప్రక్రియయందు ఆవిర్భవించు శక్తిని ఉచితో పాయములను ఉపయోగించి కార్యకరణమునకు వినియో గించవచ్చును. ఈ శక్త్యావిర్భావము ప్రక్రియ సమతాస్థితిని చేరువరకు జరుగును. ఒకసారి సమతాస్థితి సంభవించినపుడు ప్రక్రియావ్యవస్థ కార్యశక్తిని కోల్పోవును. కనుక ఒక ప్రక్రియ నుండి మనము ఏ ఉపాయముచేనైన సంపాదించ గల కార్యశక్తిని రాసాయనిక మైత్రికి కొలతగా స్వీకరించ వచ్చును. సమతాస్థితివైపు ప్రక్రియ యొక్క పురోగ మనమునకు క్రమేణశక్తి క్షీణించుటయే కారణము. అందుచే ఈపురోగమనము రాసాయనిక మైత్రికి మానముగా అంగీకరించవచ్చును. సమతాస్థితివైపు పురోగమనమునకు సమతాస్థితిస్థిరాంకము కొలబద్ద. అందుచే ప్రతి ప్రక్రియ యొక్క కార్యశక్తి దాని సమతాస్థితి స్థిరాంకముతో సంబంధించి ఉండును. ఈసంబంధసూత్రమును ఫాన్ట్ హాఫ్ శక్తిశాస్త్రనియమములద్వారా స్థాపించగలిగెను:

$$\text{కార్యశక్తి} = -RT\, \ln K$$

ఇచ్చట R అనగా వాయుసమీకరణమునందలి వాయు స్థిరాంకము; T అనగా పరమమానమున ప్రక్రియయొక్క తాపక్రమము; K అనగా సమతాస్థితి స్థిరాంకము; $\ln K$ అనగా ఆ స్థిరాంకము K యొక్క నేపీరియన్ ఘాతాంకము. సమతాస్థితిలోనుండెడు ద్రవ్యాణుసాంద్రతలనుప్రాయోగిక ముగా కనుగొనినచో సమతా స్థితిస్థిరాంకమును గణించి దీని నుండి కార్యశక్తిని పైసూత్రముచే లెక్కించుట సుగమము.

ఇట్లు సమతా స్థితిస్థిరాంకముతో రెండు ద్రవ్యములకు మధ్యఉన్న రాసాయనిక మైత్రిని కనుగొనుటకు వీలుకలదు. రాసాయనిక మైత్రిని కనుగొనుటకు ఇంకొక సుగమమైన పద్ధతికూడ కలదు. ఆపద్ధతి రాసాయనికశక్తిని ఉచితమైన ప్రాయోగిక (రచన) సంవిధానముతో విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చి ఆ వచ్చిన విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క పరిమాణము నిర్ణయించుట. ప్రయోగములో లభ్యమగు విద్యుచ్ఛక్తి ద్రవ్యమందున్న రాసాయనిక శక్తికి, అనగా రాసాయనిక మైత్రికి సరియైన మానము.

కాని ఈపద్ధతిలో ఒక చిన్న లోపము ఉన్నది. ఈ ప్రక్రియ లను అన్నిరకముల రాసాయనిక ద్రవ్యముల సందర్భము లోనూ ఉపయోగించుటకు వీలులేదు. ఒక రాసాయనిక ద్రవ్యవ్యవస్థ నుండి విద్యుచ్ఛక్తిని బయటికి తీయవలె

ననిన, ఆ ద్రవ్యములతో మున్ముందు విద్యుత్ఘటమును నిర్మించవలెను. ఇట్టి నిర్మాణమునకు వీలగు ద్రవ్యములు అయన్‌లను ఈయగలవిగా ఉండవలయును. అయన్ ఉత్పాదక స్వభావములేని ద్రవ్యములతో విద్యుత్ పేటికా నిర్మాణము అసాధ్యము. రాసాయనికముగా సంయోగించు ద్రవ్యములు అన్నియు అయన్‌లను ఇచ్చునవి కావు. అందువలన ఈ పద్ధతి పరిమితోపయోగముకలది అగుచున్నది. మే. వ. స.

**రాసాయనికరచన - భౌతికధర్మములు :** భౌతిక శాస్త్రములో ద్రవ్యముల ధర్మములను 1. భౌతిక, 2. రాసాయనిక ధర్మములు అను రెండు భాగములుగా విభజించడము పరిపాటి. కాని అన్నిలక్షణములను సరిగా అలాగు విభజించడము సాధ్యముకాదు. అది సులువు కోసం ఏర్పరచుకొన్న విభాగంమాత్రమే. అయితే ఈ భౌతిక ధర్మములు అనునవి ద్రవ్యముల యొక్క రాసాయనిక స్వభావముమీద ఆధారపడిఉండునా ? అలా ఉన్నట్లయితే, ఈభౌతికధర్మములకు, రాసాయనిక సంఘట్టనకు ఎటువంటి సంబంధము ఉంటుంది ? అన్నది ప్రకృతసమస్య. అటువంటి సంబంధమును దేనినైనా కనుక్కోగలిగినట్లయితే భౌతిక ధర్మములద్వారా ద్రవ్యముల రాసాయనిక స్వభావములను ఊహించుటకు వీలుకలుగును.

ఈదృష్టిలో పరీక్షించుటకై భౌతికధర్మములను మూడు విభాగములు చేయవచ్చును: 1. సంకలితధర్మము; 2. అనుస్యూత (సంబంధముగల) ధర్మములు; 3. ద్రవ్యరచనారీతి ధర్మములు.

సంకలిత ధర్మములు (ఎడెటివ్ ప్రోపర్టీస్): ఇవి కేవలము కూడికవల్ల వచ్చునవి. రాసాయనిక యౌగికము యొక్క కొన్నిధర్మములు అందులో ఇమిడిఉన్న మూల ద్రవ్యధర్మముల సంకలనమువలన ఏర్పడును. ఉదాహరణమునకు అణుభారము : యౌగికముయొక్క అణుభారము దానిరచనలోఉన్న పరమాణువుల భారముల మొత్తమై ఉంటుంది. ఇట్లే అణువిశిష్టోష్ణతకూడ, ఆ అణువుయందున్న పరమాణువుల విశిష్టోష్ణతల సంకలనమువలన ఏర్పడును. అయితే కేవలసంకలనమువలన నిర్ణయించతగిన ధర్మములు చాలకొద్ది. కాని కాంతి వక్రీభవనము, కొన్ని పరిస్థితులలో అణుతలతన్యత మొదలయిన కొన్ని ధర్మములను సంకలిత ధర్మములుగా చూపవచ్చును.

అనుస్యూతలక్షణములు (కోలిగేటివ్ ప్రోపర్టీస్): ఈ ధర్మములు నిర్దిష్టఆయతనములోఉన్న అణువులయొక్కగాని, ఇతరకణములయొక్కగాని సంఖ్యమీద ఆధారపడి ఉండును. ఆ కణముల ప్రత్యేక స్వభావముతో నిమిత్తము లేకుండా వాటి సంఖ్యమాత్రం తెలిసిన ఈ ధర్మములను నిర్ణయించవచ్చును. ఉదాహరణములు - వాయువ్యాపనము లవణద్రావణముల తుల్యవిద్యుత్వాహకత్వము (ఈక్వివలెంట్ - కండక్టవిటీ), ద్రవాభిసరణప్రేషము మొదలైనవి.

ద్రవ్యరచనారీతి (కాన్‌స్టిట్యూటివ్) ధర్మములు : ఇవి యౌగికముల రాసాయనికరచనపై ఆధారపడి ఉండును. ఒక యౌగికములోనుండు వివిధమూలద్రవ్యముల స్వభావమును పట్టియు, వేరువేరు పరమాణువులు ఒకదానితో ఒకటి కూడిన పరస్పరసంబంధములను పట్టియు ఈ లక్షణములు మారుచుండును. ఉదాహరణములు - కాంతి చైతన్యము (ఆప్టికల్ ఆక్టివిటీ), విచూషితవర్ణపటము (అబ్‌సార్‌ప్షన్ స్పెక్ట్రమ్), ఉద్గమనవర్ణపటము (ఎమిషన్ స్పెక్ట్రమ్), రామన్‌వర్ణపటము మొదలైనవి. సామాన్యముగా ద్రవ్యరచనారీతి ధర్మములపట్టి యౌగికములందు ఉండు వివిధ భాగముల రచనను తెలిసికొనుటకు వీలగును. పై విభాగమునననుసరించి క్రమముగా కొన్ని యౌగిక లక్షణముల పరిశీలింతము.

సంకలిత ధర్మములకు అణుఆయతనము మంచి ఉదాహరణము. ఒకగ్రాము-అణుభారము ఆక్రమించే ఘనపరిమాణము (ఘనసెంటీమీటరులలో) ఆ ద్రవ్యముయొక్క గ్రాము-అణు ఆయతనమని అందురు. అణుభారమును ఆ ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతచే భాగించిన ఇది లభించును.

అణుభారముయొక్క ఆయతనము సంకలితధర్మమని అనగా దానియందు ఉండు పరమాణువుల ఆయతనముల మొత్తమునకు సరిపోవునను విషయము 'కాప్' అను జర్మనీ విజ్ఞానిచే (1855) సూచించబడినది. అయితే ఈ కాప్ నియమము ద్రవద్రవ్యముల ఆయతనములకు, అందును ముఖ్యముగా మరుగు తాపక్రమమువద్దనున్న ద్రవయౌగికముల ఆయతనములకే వర్తించును. ఇదిగాక యౌగిక రచనారీతి కాప్ నియమమునకు తరచుగా అపవాదముల కల్పించును.

పారాకోర్ అనునది ఇంకొక సంకలిత ధర్మము ; ఇది ద్రవ్యముల ఉపరితలతన్యతకు సంబంధించిన లక్షణము (చూ. తలతన్యత - పు. 371).

ద్రవముల తలతన్యత వాటి తాపక్రమముతో తగ్గుచుండును. వాటి సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద ద్రవతలమే ఉండదు కనుక, తలతన్యతకూడ అంతరించును. అట్లే ద్రవముల సాంద్రతకూడ తాపక్రమముతో తగ్గుచుండును. సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రత, ఆ ద్రవమునుండి ఉత్పన్నమగు బాష్పపుసాంద్రతకు సరి అగును (చూ. సందిగ్ధస్థితి).

అందువలన ద్రవముయొక్క తలతన్యతకు, దాని సాంద్రతకు ఏదో ఒక నియతసంబంధము ఉండవలెను. అట్టి సంబంధమును మెక్లియాడ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రయోగపూర్వకముగా స్థాపించెను; క్రింది సమీకరణమే ఆ సంబంధము.

$\gamma = C(D-d)^4$ ..............(1)

ఇందులో $\gamma$ అనగా తలతన్యత; D అనగా ద్రవ సాంద్రత; d అనగా బాష్పసాంద్రత. ఈ సాంద్రతలు రెండును ఒకే తాపక్రమమునకు నిర్ణయించబడినవి. C అనునది స్థిరాంకము.

1 వ సమీకరణమును సామ్యూల్ సుగ్డెన్ అను రాసాయనికుడు కొంచెముగా మార్చి ద్రవద్రవ్యముల సంకలితధర్మమును ఒక దానిని నిర్వచించెను.

$C = \frac{\gamma}{(D-d)^4}$ ......(2) ఈ సమీకరణపు రెండు వైపుల పదములకు చతుర్థ మూలమును సంపాదించిన:

$C^{\frac{1}{4}} = \frac{\gamma^{\frac{1}{4}}}{(D-d)}$ ........................(3) అగును.

ఈ సమీకరణము యొక్క రెండు ప్రక్కలను ఆ ద్రవ్యము యొక్క అణుభారముచే గుణించిన:

$MC^{\frac{1}{4}} = \frac{\gamma^{\frac{1}{4}}}{D-d}M$ ...........(4) అను సమీకరణము సిద్ధించును.

ఇందు ఎడమవైపున ఉన్న పదములలో M, C అను అంకములు రెండును స్థిరాంకములే. అందుచేత ఆ రెండిటి గుణనఫలమును P అను ఇంకొక స్థిరాంకముచే తెలియ జేయవచ్చును.

$\therefore P = \frac{\gamma^{\frac{1}{4}}}{D-d}M = \frac{M}{D-d} \times \gamma^{\frac{1}{4}}$ ...............(5)

ఈ సమీకరణమునందు సందిగ్ధతాపక్రమమునకు దూరముగా ఉన్న తాపక్రమములో, ద్రవసాంద్రత D తో సరిపోల్చి చూచినప్పుడు బాష్పసాంద్రత d అతి స్వల్పము. అందువలన 'D − d' అను హారమును ఉంచి d ని వదలివేసినను బాధలేదు. ఇప్పుడు 5 వ సమీకరణమును:

$P = \frac{M}{D}\gamma^{\frac{1}{4}}$ ...................................... (6)

అని వ్రాయవచ్చును. ఈ P అనునదే పారాకోర్ అని సంకేతించబడినది.

ఏ ద్రవయౌగికమునకైన ఇట్లు లెక్కించగా వచ్చిన పారాకోర్, దాని పరమాణువుల పారాకోర్ల సంకలిత రాశిగా కనబడును. కాని ఇక్కడకూడ కాప్ నియమము నందువలెనే, పరమాణువుల పారాకోర్లపై రచనా విశేషముయొక్క ప్రభావము లెక్కలోనికి తీసికొనివచ్చిన గాని పారాకోర్ సంకలిత లక్షణమని చూపుటకు వలను పడదు.

**కాంతివక్రీభవనము :** కొంత సంకలితలక్షణ స్వభావము, కొంత ద్రవ్యరచనా లక్షణ స్వభావము కనపర్చు లక్షణములలో ద్రవ్యముల కాంతి వక్రీభవనము ఒకటి.

గాలిలోనుండి ఒక వస్తువును ప్రవేశించినపుడు కాంతి కిరణములు పొందు వంపునే సాధారణముగా ఆ వస్తువుయొక్క కాంతివక్రీభవన గుణకము అని అందురు. దీనికి n అని గురుతు (చూ. వక్రీభవనము). ఈ గుణకము వస్తుసాంద్రతతో మారును. వస్తు సాంద్రత వస్తుతాపక్రమమునుపట్టి ఉండును. అందుచేత వస్తువు వక్రీభవన గుణకము, n నుండి ఒకటిని కొట్టివేసి, ఆ వచ్చిన (n − 1) ని వస్తువుయొక్క సాంద్రత (d) చే భాగించగావచ్చు లబ్ధమును వస్తువు యూనిట్ సాంద్రతకు లెక్కకట్టిన వచ్చు వక్రీభవన గుణకమని అనవచ్చును. ఈ నూతన గుణకము వస్తుతాపక్రమమునుపట్టి మారదు. అందుచేత $\frac{n-1}{d}$ అను భిన్నాంకమును తాపక్రమముతో మారని ద్రవ్యము యొక్క స్థిరలక్షణముగా పరిగణించవచ్చును.

ఈ $\frac{n-1}{d}$ ని ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము (M) చే గుణించినచో ద్రవ్యముయొక్క అణువక్రీభవనసామర్థ్యము (మోలిక్యూలర్ రిఫ్రాక్టివిటీ) లభించును. $R = \frac{n-1}{d}M$ ద్రవ్యముయొక్క అణువక్రీభవన సామర్థ్యము అందు ప్రవేశించు కాంతి తరంగముయొక్క పొడవును పట్టి ఉండును; కనుక వక్రీభవన గుణకమును నిర్ణయించుటలో వాడుక చేసిన కాంతి యొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును సూచించవలెను.

ద్రవ్యము కాంతిని విశిష్టముగా విచూషించని వర్ణమాల క్షేత్రములోని తరంగదైర్ఘ్యములను వాడుకచేసినపుడు, అణువక్రీభవన సామర్థ్యముల సంకలితరాశికి సమానమని చూపవచ్చును. కాని ఇక్కడ కూడ పరమాణువుల వక్రీభవన సామర్థ్యములపై వాటి బంధన ప్రకారము నెరపు ప్రభావమును గణనలోనికి తీసికొని రాకున్నచో అణువక్రీభవన సామర్థ్యము సంకలితధర్మమని చూపలేము.

ఇక కేవలము ద్రవ్యముల అణురచననుబట్టి ఉండు ధర్మముల గురించి తెలిసికొందము.

పూర్తిగా అణు రచనారీతినిబట్టి ఉండు ధర్మము కొన్ని కార్బన్‌యౌగికముల కాంతిచైతన్యము (చూ. కాంతి చైతన్యము - పు. 241).

విచూషణ వర్ణమాల: మామూలు సూర్యకాంతిని ఒక పట్టకము గుండా ప్రసరింపజేసిన, వేరువేరు రంగులుగా విడిపోతుంది. దీనికి సాధారణవర్ణమాల అని పేరు. కొన్ని ద్రవ్యములగుండా ధవళకాంతిని ప్రసరింపచేసిన ఇవతలకు వచ్చిన కాంతిలో కొన్ని రంగులు లోపించును. అప్పుడు వర్ణపటములో ఆ విచూషితమైన స్థానములో నల్లని గీతలు గాని, నల్లనిచారలుగాని ఉండును. అటువంటి వర్ణపటమును విచూషిత వర్ణపటము అందురు. వర్ణవిచూషణము కొంత యౌగికముల అణుస్వభావమునుపట్టి, చాలవరకు అణురచనను పట్టి ఉండును.

రచనాసంవిధానమే కారణమైన యౌగికముల ఇంకొక భౌతికలక్షణము వాటి అణువర్ణపటము (చూ. వర్ణమాల) బహుపరమాణువులతో ఏర్పడిన అణువుల విషయములో చాల కష్టము. అణువులో శక్తి ఏ విధముగా మారినను ఆ మార్పునుబట్టి వర్ణపటములో మార్పులు కలుగును. అందుచేత అణువర్ణపటమును పరీక్షించిన అణువులోఉన్న పరమాణు రచనా సంవిధానమును కొంతవరకు తెలిసికొనవచ్చును.

అణురచనతో సంబంధము కలిగిన యౌగిక లక్షణములలో యౌగికమువల్ల లభ్యమగు రామన్ వర్ణపటము ఒకటి (చూ. రామన్ వర్ణపటము - పు. 569).

X-కిరణ వర్ణపటము కూడ అణువుల రచనలోనున్న పరమాణు సంవిధానమును పట్టి ఉండును.

ఇటీవల ద్రవవాయు ద్రవ్యములనుకూడ కిరణ విశ్లేషణ విధానమున నే శాస్త్రజ్ఞులు పరీక్షించుచున్న ద్రవముల పరీక్షలో తేలిన ముఖ్యవిషయము ఒకటి పేర్కొనవలయును. ద్రవస్థితిలో పూర్వము అనుకొనినంత అణువుల అవ్యవస్థ లేదనియు, వాటిలోకూడ ఘనములలోఉన్నంత కాకపోయినను, అణురచనలో క్రమవ్యవస్థ ఉన్నదనియు తేలినది.

అణువుల రచన ఆధారముగా కలిగిన మరియొక ధర్మమునకు ద్విధ్రువగుణకము అని పేరు. అణువులలో పరమాణువులమధ్య ఉండు ఒక రకపు బంధము ఆ పరమాణువుల మధ్యనున్న రెండు ఎలక్ట్రానులచే ఏర్పడుతుంది. దీనికి కోవేలెంట్ బంధము అని పేరు. ఆ ఎలక్ట్రాన్లు రెండును ఒకేపరమాణువు విడిచిపెట్టిన పక్షమున, దానము చేసిన పరమాణువు కొంచెము ధనావిష్టము, స్వీకరించిన పరమాణువు కొంచెము ఋణావిష్టము అగును. ఇట్టి ఆవేశముల వేరుపాటుకు ధ్రువీకరణము అనియు, ధ్రువీకరణమును కనపరచు అణువునకు ద్విధ్రువకము అనియు పేర్లు. ఇట్టి అణువులు ద్విధ్రువగుణకమును కలిగి ఉండునని చెప్పుదరు. ఈ ద్విధ్రువగుణకపు మూల్యము ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశమును, ధనఋణకేంద్రముల సాపేక్షస్థానచ్యుతి (రెలెటివ్ డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్) చే గుణించిన లభించును. ఇది అణువులో పరమాణువుల సంవిధానమునుపట్టి ఉండును. కనుక ఈ ధర్మమును పరీక్షించిన దీనికి కారణమగు పరమాణు సంవిధానమును ఊహించవచ్చును.

ఇక అనుస్యూత ధర్మములను గురించి చర్చింతము. ఈ ధర్మములు, అణుస్వభావముతో కాని, రచనతో కాని నిమిత్తము లేకుండా కేవలము ఒక నియత ఆయతనములో ఉండే ఆ అణువుల సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. నిర్దిష్టఆయతనములో ఉండే వాయుఅణువుల సంఖ్యనుపట్టి ఆ వాయువు యొక్క ప్రేషము ఉండును కాబట్టి, వాయుప్రేషము ద్రవ్యము యొక్క అనుస్యూతధర్మమునకు సులభమైన ఉదా: ద్రావణముల ముఖ్యముగా విలీనద్రావణముల విషయములో మనకు తారసిల్లు ధర్మములన్నీ అనుస్యూత ధర్మములే. ద్రవాభిసరణప్రేషము, ద్రావముతో సరిపోల్చి చూచిన ద్రావణపు మరుగు తాపక్రమములో కనపడే హెచ్చు (క్వథనాంకోన్నతి). అట్లే ద్రావముల ఘనీభవన తాపక్రమముకన్న తక్కువగాఉండు ద్రావణముల ఘనీభవన తాపక్రమము (హిమాంకావనతి), ఏ తాపక్రమము వద్దనైన ద్రావములు కనపర్చు బాష్పప్రేషముకన్న తగ్గి ఉండు ద్రావణముల బాష్పప్రేషము (బాష్పప్రేష నిమ్ననము), ఈ ద్రావణ ధర్మములు అన్నియు అనుస్యూత ధర్మములే. వీటిలో దేని పరిమాణమును ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించినను, దాని నుండి ద్రావ్యము యొక్క అణుభారమును లెక్కకట్టవచ్చును (చూ. ద్రావణములు - II పు. 418). పి. ప. రా.

**రాసాయనిక విజ్ఞానమూలభావము** : చూ తుల్యభారభావము (పు. 388); పరమాణుభార భావము (పు. 455); పరమాణుభారము - నవీన భౌతికశాస్త్రము (పు. 456); పరమాణుభావము (పు 456); మూలద్రవ్యభావము (పు. 539); మూలద్రవ్యములు - యౌగికములు (పు. 544); మూలద్రవ్య-సంయుక్తద్రవ్యవిభజన (పు. 544)

**రాసాయనిక విధానములు (సామాన్య)** : ద్రవ్యములను శుద్ధముగా తయారుచేయుట రాసాయనికుని మొదటిపని. ఈపనికై అభ్యాసకులు అనేక విధానములను విస్తరించి ఉన్నారు. అట్టి విధానములు, మరికొన్ని నూతన విధానములు ఈ ప్రకరణమందు ముఖ్యముగా చర్చించబడును.

ఏదేని ఒక జాతి ద్రవ్యమును దాని విశిష్టగుణముల వలన కదా గుర్తింతుము. ద్రవ్యము పరిశుద్ధ స్థితిలో ఉన్నపుడే దాని విశిష్టగుణములు బయలుపడును. ద్రవ్యములు ఎప్పుడును ప్రకృతిలో పరిశుద్ధముగా దొరకవు; సాధారణముగా ఇతరద్రవ్యములతో కలిసి ఉండును. అందువలన శుద్ధద్రవ్యములను తయారుచేయుటకు వాటితో కలిసిఉన్న ద్రవ్యములను వేరుచేయవలెను. ఇట్లు వేరు చేయుటకు ఉపయోగపడు పద్ధతులను విచారింతము.

ఘనద్రవ్యములనుండి ఘనద్రవ్యములను వేరుచేయవలసి వచ్చినపుడు వాడుకలోఉన్న పద్ధతులు :

**చేతితో విడదీయుట :** ద్రవ్యమిశ్రము చేతికి దొరకునంత పెద్ద ముక్కలుగా ఉన్నపుడు మిశ్రమును చేతితో వేరుచేయవచ్చును. కోలారు బంగారు గనులలో తెల్ల శాణపు రాతిలో బంగారము ఇరుకుకొని ఉండును. ఈ రాతిలో అక్కడక్కడ నల్లరాయి కూడ కలిసి ఉండును. ఈ నల్లరాతి ముక్కలలో బంగారము ఉండదు. అందువలన గని నుండి త్రవ్వి భూమిపైకి తీయబడిన రాతి ముక్కలలో నల్లరాతి ముక్కలను చేతులతో ఏర్చి పార వేయుదురు.

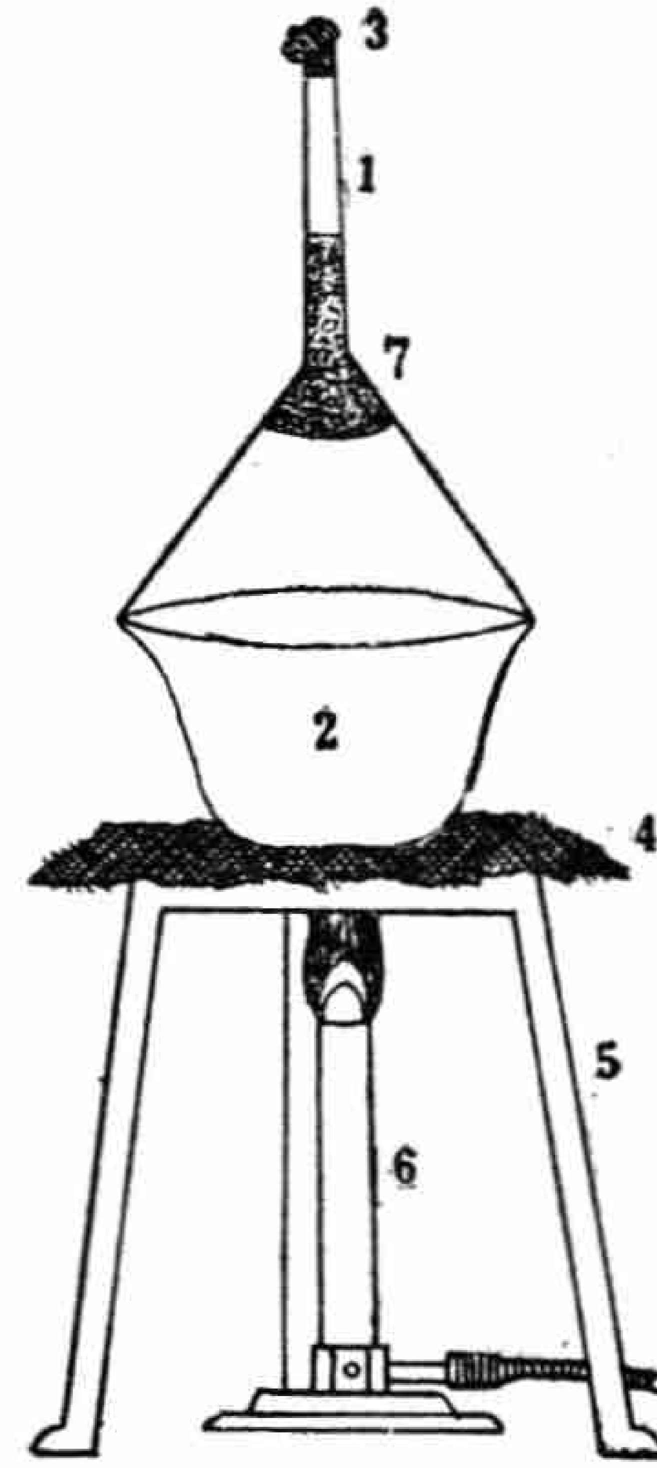
**సాంద్రతా భేదపద్ధతి :** మిశ్రమును చూర్ణముచేసి దానిని రాసాయనికముగా తటస్థమగు ద్రవమునందు ఉంచుదురు. ఈ ద్రవముయొక్క సాంద్రత మిశ్రమందు ఒక ద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతకును, తక్కిన ద్రవ్యములయొక్క సాంద్రతకును మధ్య ఉండవలెను. గ్రానైట్* (నల్ల శాణము) రాతిచూర్ణమును 2·6 సాంద్రతగల ఎతిలీన్ అయొడైడ్, బెన్జీన్ ద్రవముల మిశ్రములో పడవేసి కలిపినపుడు చూర్ణములో ఉండు ఫెల్డ్‌స్పార్ ముక్కలు (సాంద్రత 2·50) మీదకు తేలి మైకా, క్వార్ట్జ్ ముక్కలు క్రిందికి దిగిపోవును. ఫెల్డ్‌స్పార్‌కన్న బరువైన తక్కిన రెండు ద్రవ్యములను 2·7 సాంద్రతగల ద్రవమిశ్రమును వాడుకచేసి వేరుచేయవచ్చును.

**అయస్కాంత పద్ధతి :** గంధకమును ఇనుపరజనుతో కలుపగా వచ్చిన మిశ్రమునుండి ఇనుమును అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపచేసి వేరుచేయవచ్చును.

**విద్యుతీకరణము** (ఎలక్ట్రిఫికేషన్) **:** గంగ సింధూరము, గంధకము మిశ్రమును, ఫ్లానెల్ గుడ్డతో రుద్దిన రబ్బరుబల్లపై మస్లిన్‌గుడ్డ ద్వారా జల్లినచో ధనవిద్యుదావేశముగల సింధూరము ఋణవిద్యుదావేశము గల రబ్బరు బల్లకు అంటుకొనును; గంధకము అంటుకొనదు. అంటుకొనని గంధకమును బల్లమీదనుండి విదలించి వేరు చేయవచ్చును.

**తలతన్యతాబలపద్ధతి :** ఒక ద్రవ్యము ఎడల రెండు భిన్నఘనద్రవ్యములకున్న ఆకర్షణబలమందు గల భేదమును కూడ ఉపయోగించి రెండు ఘనములను వేరుచేయవచ్చును. జింకుబ్లెండ్ (జింకుసల్ఫైడ్ ఖనిజము) యొక్క చూర్ణమును ఇసుకతో కలిపి నీటిపై జల్లినపుడు ఇసుక నీటితో తడిసి మునిగిపోవును. జింకుబ్లెండ్ నీటికి తడవక నీటిపైన తేలును. ఈ విధానమును తేలగొట్టు పద్ధతి లేదా ఉత్‌ప్లవనము (ఫ్లోటేషన్) అను పేర ఖనిజములను వేరుచేయుటకు ధాతుసాధన ప్రక్రియలందు ఉపయోగింతురు (చూ. ముడి ఖనిజములు - ధాతుసాధన - పు. 536).

**ద్రావణ పద్ధతి :** ఒకే ద్రవ్యములో వేరువేరు ద్రావ్యతలుగల ద్రవ్యములను వాటి ద్రావ్యతాభేదముచే వేరు చేయవచ్చును. ఇనుపరజనుతో కలిసి ఉన్న గంధక చూర్ణమునకు కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ అను ద్రవమును కలిపినచో గంధకము ద్రవములో లీనమై ఇనుపరజను మిగిలిపోవును. వడపోతవలన గంధకద్రావణమును వేరుచేసి ఆ ద్రావణమందున్న కార్బన్ డైసల్ఫైడ్ ద్రావమును ఆవిరిగాపోనిచ్చి గంధక స్ఫటికములను తిరిగి సాధించవచ్చును.




1 వ పటము :
ఉత్పాతనయంత్రము
1. గలని ; 2. తాపన పాత్ర ; 3. కాగితపు చుట్ట మూత ; 4. తీగజాలకము ; 5. త్రిపాది; 6. బున్‌సెన్ బర్నర్ ; 7. ఉత్పాతితద్రవ్యము.

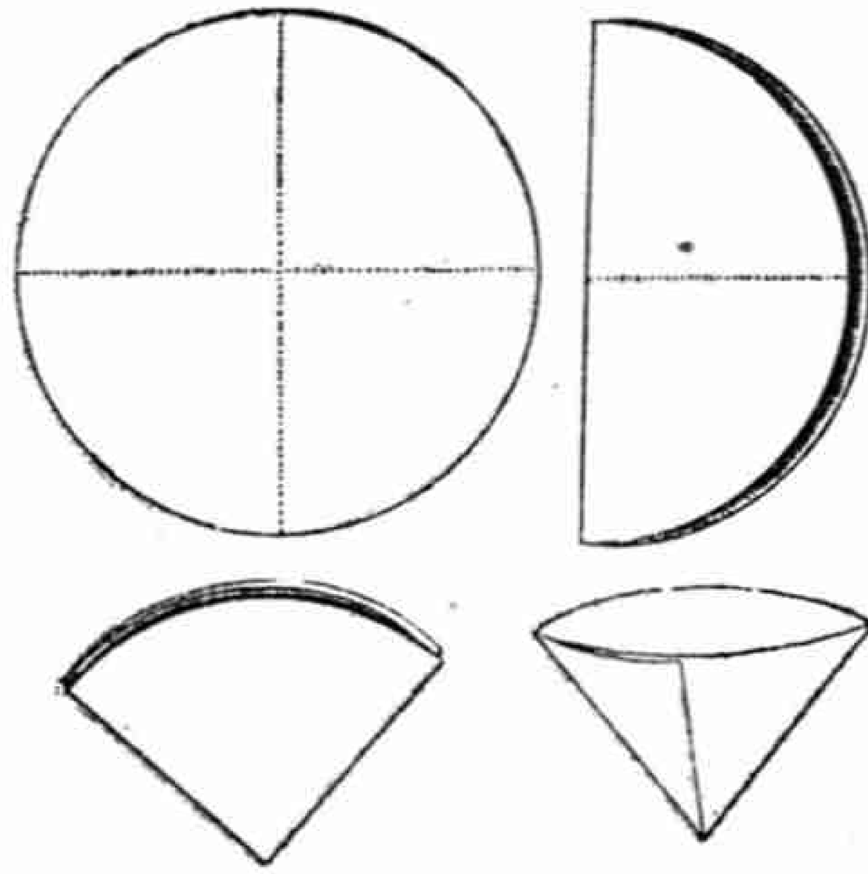
**కరగించుట** (ద్రవీకరణము) **:** ఇసుక - సీసపురవ్వల మిశ్రమును వేడిచేసినచో సీసము కరగి దానిపై ఇసుక తేలిపోవును.

**బాష్పీకరణ పద్ధతి :** ఇసుక, అయిడీన్ మిశ్రమును ఒక పాత్రలో వేడిచేసినపుడు అయిడీన్ ఊదారంగు బాష్పముగా పైకి ఎగిరి పాత్ర పై భాగమున బోర్లించిన గలని యొక్క చల్లటి భాగములో (చూ. 1 వ పటము) మరల స్ఫటిక రూపమున ఘనీభవించును. దీనికే ఉత్పతనమని పేరు.

ద్రవముల నుండి ఘనద్రవ్యములను వేరుచేయుటకు వాడుకలో ఉన్న పద్ధతులు :

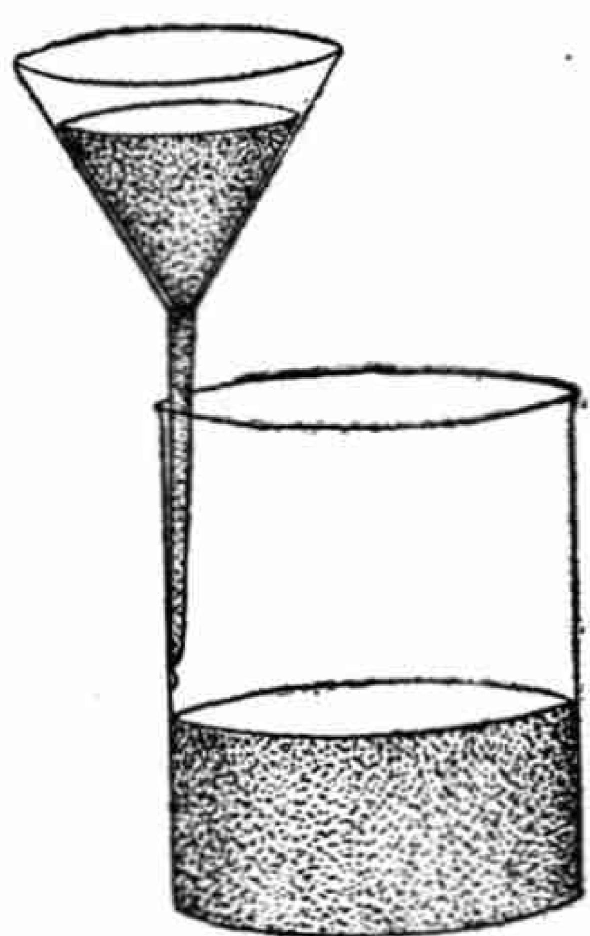
* గ్రానైట్‌రాయి ఫెల్డ్‌స్పార్, మైకా, క్వార్ట్జ్ అను మూడు ఖనిజముల ఘనీభూతమిశ్రము.

వడపోయుట: ఇది చాల సాధారణమైనపద్ధతి. దీనికి ఉపయోగించు పరికరములు రెండు: (i) గలని లేదా గళ్లా (ఫనెల్); (ii) వడపోత కాగితము (చూ. 2వ పటము).

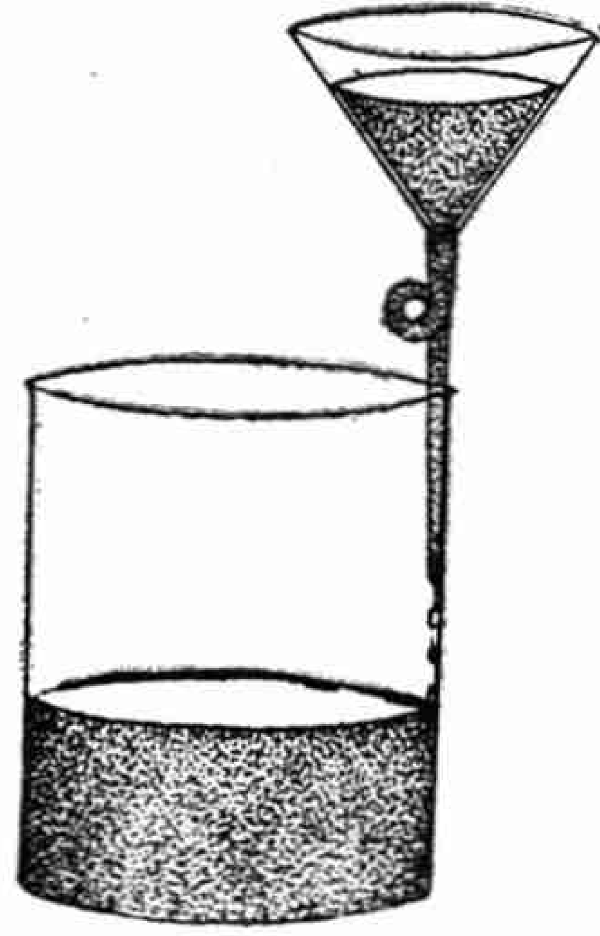


2వ పటము: వడపోతకాగితమువిప్పిన వర్తులము – మడచిన అర్ధవర్తులము – మరలమడచిన సెక్టర్ – విప్పినకోను.

గలన ప్రక్రియ చురుకుగా నెరవేరుటకు రెండుపరిస్థితులు అవశ్యకము. మొదటిది: వడపోత కాగితపు కోనుయొక్క పై అంచు గలని గోడలకు అన్నివైపుల సంపూర్ణముగా అనగా గాలి చొరకుండ, అంటి ఉండవలయును. రెండవది, గలనికొన బీకరు ప్రక్కకు తగిలి ఉండవలెను.



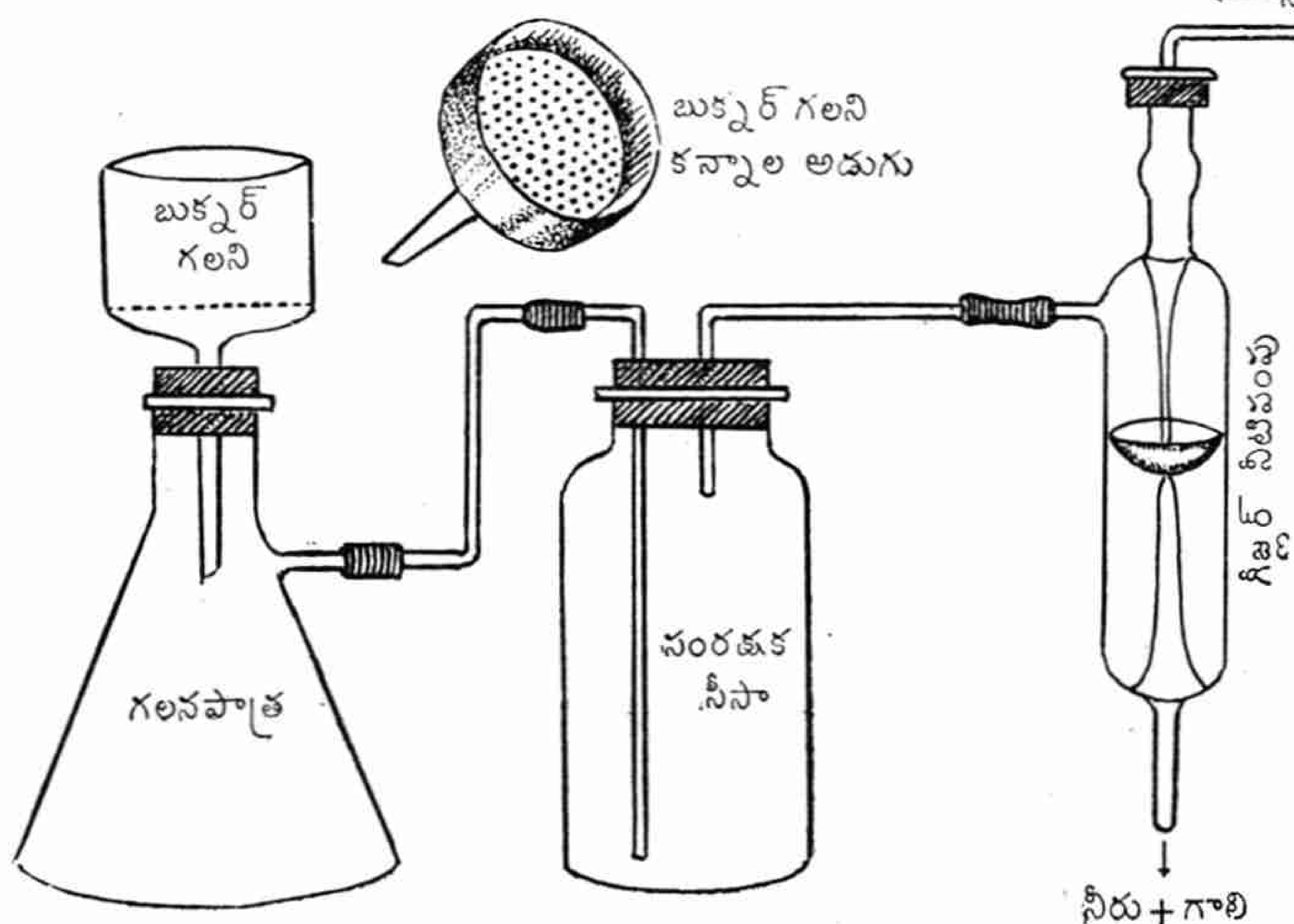
3వ పటము: వడపోతపరికరము మీదదిగలని; క్రిందది బీకరు పాత్ర)



4వ పటము: శీఘ్రగలన సాధనము

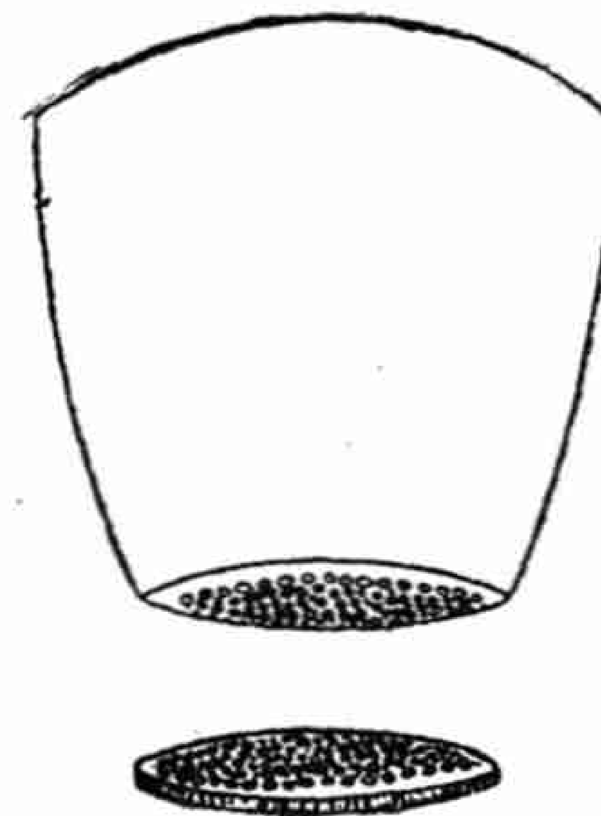
వడపోత ఇంకను శీఘ్రముగా జరుగుటకు గలని యొక్క కాడలో పటములో (చూ. 4వ పటము) చూపినట్లు ఒక మెలికను నిర్మించి వడపోయవలయును.

వడపోత శీఘ్రముగాజరుగుటకు 5వ పటములో చూపిన శూన్య గలన పరికరము ఉపయోగింతురు. ఈ పింగాణీ గలని అడుగున సన్నని బెజ్జములుగల పింగాణీబిళ్ల అతికింపబడి ఉండును. దీని పేరు బుక్నర్ గలని. కన్నములున్న బిళ్లపై గుండ్రని వడపోత కాగితమును ఉంచవలెను. గ్లీజర్ నీటి పంపుతో గలన పాత్రలోని గాలిని లాగివేయగా, గలనిలోని ద్రవము పాత్రలోని శూన్యమును ఆక్రమించుటకు త్వరగా క్రిందికి దిగజారును. పరిశోధనాగారమునందు గలన కార్యములు తరుచుగా జరిపించు సందర్భమున గలన కాలమును తగ్గించుటకై ఈ బుక్నర్ గలని ఉపయోగించుపద్ధతి మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది.




5వ పటము: శూన్యగలనపరికరము

గలనియందు కాగితములకు బదులు ఆస్బెస్టాస్ అను రాతి నారపీచును నీటితోరంగరించి ఆ మిశ్రమమును (పింగాణీతో చేయబడిన) గూచ్ మూస (చూ. 6వ పటము) ద్వారాపోసి, ఆ మూసను న్యూనప్రేషగలన పరికరముతో సంధించి, శూన్యమును కల్పించినపుడు పీచుముక్కలు దట్టముగా అట్టకట్టి బెజ్జములపై కప్పుగా ఏర్పడును. ఇప్పుడు ఈ అట్టద్వారా ఘన-ద్రవమిశ్రము నైనను వడపోసినపుడు అది శీఘ్రముగా జరుగుటయే కాక ఘనద్రవ్యము లేశమైనను క్రిందికి పోజాలదు.

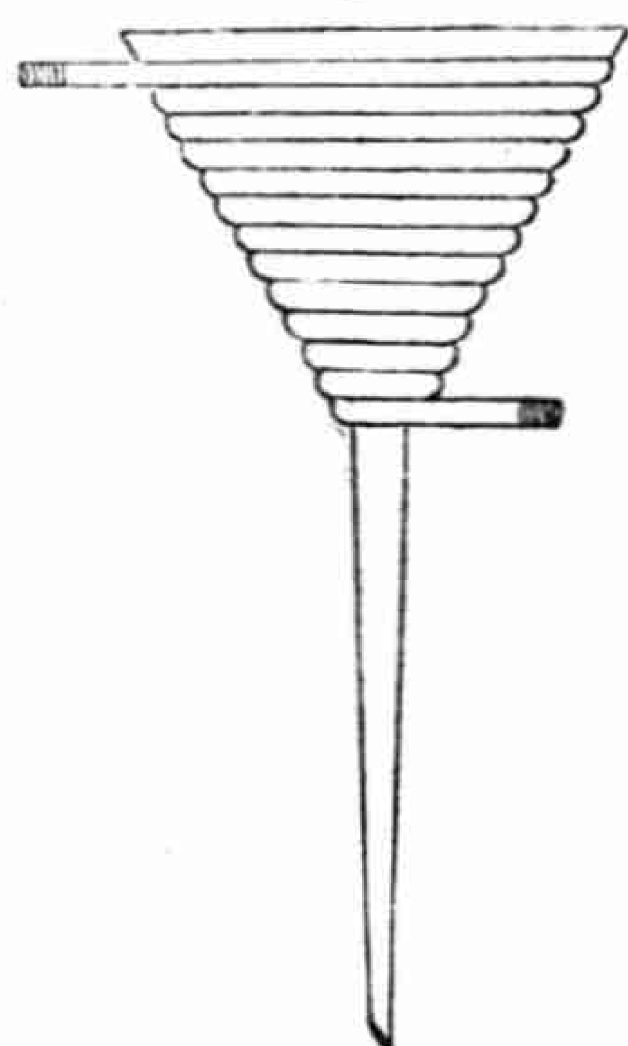


6వ పటము: గూచ్ మూస అడుగుబెజ్జములున్న మూస: దానిలో నుంచెడు బెజ్జముల బిళ్ల

చల్లగాఉన్న ద్రవములతో కంటె వేడిగాఉన్న ద్రవములతో వడపోత శీఘ్రముగా జరుగును. ఈ విషయమును మనసునందిడుకొని వీలైనంత వరకు ద్రవములు వేడిగా ఉన్నప్పుడు వడపోయుటయే మంచిది.

ఒకప్పుడు వడపోయవలసిన ద్రవము వడపోత కాలములో చల్లారుటచేత అందు విలీనమైఉన్న ద్రావ్యము స్ఫటికముల క్రింద బయటికివచ్చుట తటస్థించును. అట్టి ద్రావణములను వడ

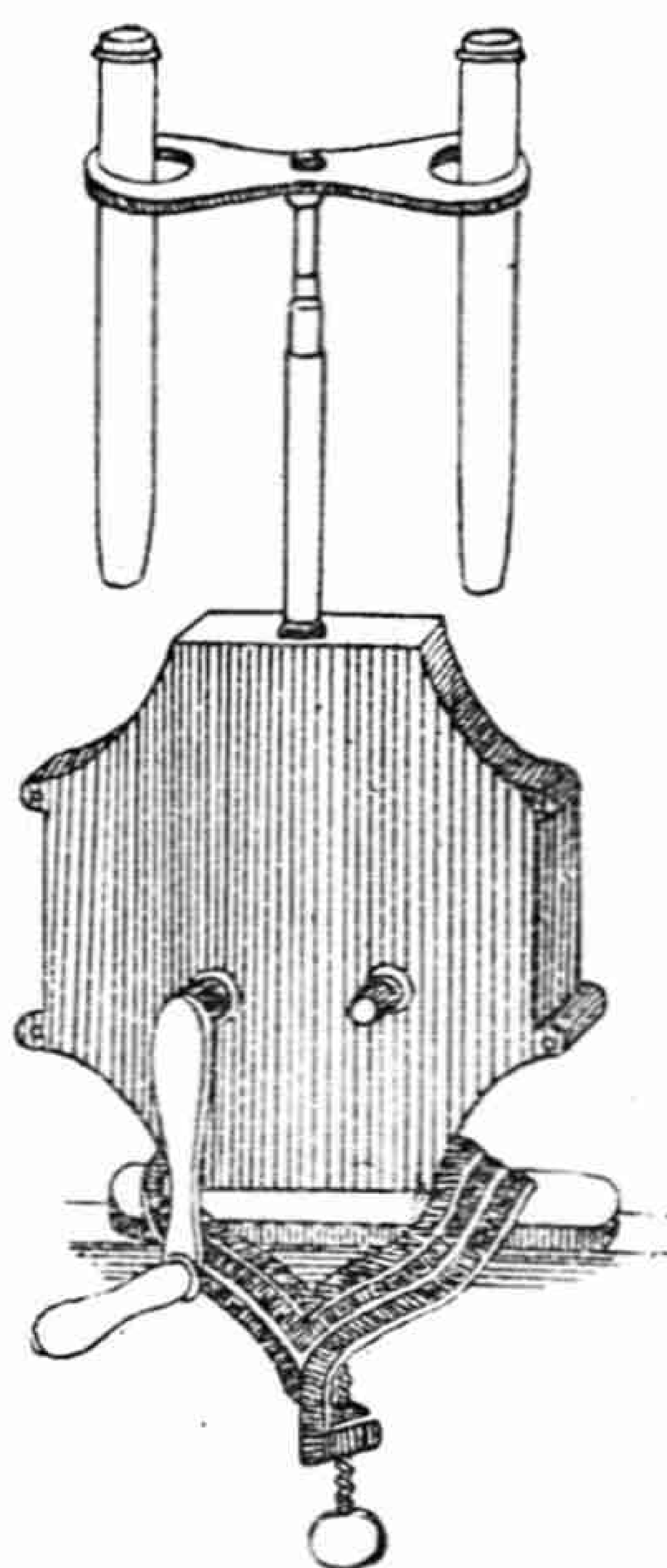
పోయుటకు తగినపరికరమునకు 'వేడినీరుగలని' (చూ. 7వ పటము) అని పేరు. గళ్లా ఆకారముగ చుట్టబడిన రాగి గొట్టములో గలనిని ఉంచి గొట్టముద్వారా వేడినీరు పంపుదురు. ఈ వేడివలన వడపోత కాలమందు ద్రావణము స్ఫటికీకరించుట సంభవించదు.



7 వ పటము: వేడినీరుగలని

తేర్చుట లేదా తేరపోయుట: బురదనీటిలోవలె కణపరిమాణము చాల స్వల్పమైనపుడు తేర్పు పద్ధతి పనికిరాదు. అట్టి పరిస్థితులలో ఘనకణములను వేరుచేయుటకు సెంట్రీఫ్యూజ్ (కేంద్రాపసారి) యంత్రమును ఉపయోగింతురు (చూ. 8 వ పటము).

పిడిని పట్టుకొని వడిగా గిరగిర త్రిప్పినపుడు యంత్రము యొక్క ఊర్ధ్వాక్షమునకు తగిలించి ఉన్న అడ్డురేకు యొక్క రెండు కొనల యందు వ్రేలాడదీయబడిన గొట్టములు భూమికి సమానాంతరముగా ఉన్న తలములో చక్రమువలె తిరుగును. గొట్టములలో ఉంచిన మిశ్రములోని ఘనకణములు గొట్టముల క్రింద భాగమునకు అంటుకొని ఉండును. యంత్రము నాపివేసి గొట్టములను పైకితీసి క్రిందఉన్న ఘనద్రవ్యము కదలకుండ పైనున్న ద్రవమును వేరు చేయవచ్చును.



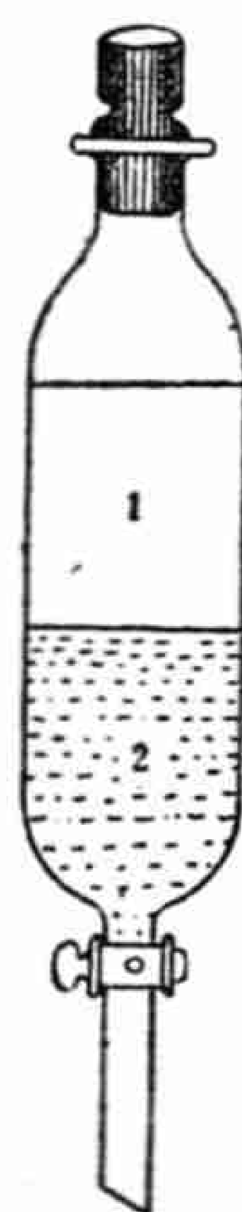
8 వ పటము: సెంట్రీఫ్యూజ్

ఒక ద్రవములో వ్రేలాడుచుండు ఘనకణములు సాధారణముగ విద్యుదావేశములు కలవై ఉండును. అట్టిచో ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ అను విధానమును వాడుకచేసి ఆ ఘనకణములను వేరుచేయవచ్చును. (చూ. కొల్లాయిడ్‌లు: ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ - పు. 300).

మిశ్రములోని రెండు ద్రవ్యములుకూడ ద్రవములో విలీనమగు పరిస్థితులలో ఆంశికస్ఫటికీకరణ విధానమును ఉపయోగించి వాటిని విడదీయవచ్చును. ఇట్లు వేరుచేయు విధానముయొక్క తత్త్వమును ఒక ఉదాహరణముచే తెలియపర్చవచ్చును.

సోడియమ్ క్లోరైడ్, పొటాసియమ్ నైట్రేట్ సమభాగములుగ కలిసి ఉన్న మిశ్రమునుండి వాటిని వేరుచేయవలెను అనుకొందము. ఈ లవణముల ద్రావ్యతా రేఖల (చూ. పు. 416) పరీక్షించినచో సాధారణతాపక్రమము (30° C.) వద్ద ఈ లవణముల ద్రావ్యతలు క్రమముగా 34, 45 గ్రాములు అనియు, 70° C వద్ద వీటి ద్రావ్యతలు 38, 137 గ్రాములు అనియు తెలియనగును. 50 గ్రాముల మిశ్రమును తీసికొని 100 ఘ. సెం. మీ.ల నీటితో కలిపి 75° C వరకు వేడిచేసి చల్లార్చినప్పుడు అట్టి ద్రావణమునుండి పొటాసియమ్ నైట్రేట్ వెంటనే స్ఫటికములుగా దిగిపోవును; సోడియమ్ క్లోరైడ్ కొంచెము పొటాసియమ్ నైట్రేట్‌తోకూడ ద్రావణస్థితిలోనే మిగిలి ఉండును. ఎందుచేతననగా తీసికొనిన మిశ్రములో ఉన్న సోడియమ్ క్లోరైడ్ భారము 30° C వద్ద సంతృప్త ద్రావణముగా ఏర్పడుటకు చాలదు. బయటికి వచ్చిన నైట్రేట్ స్ఫటికములలో కొంచెము సోడియమ్‌క్లోరైడ్ కూడ చిక్కుకొని ఉండును. మరియొకసారి ఈ విధానమును జరిపినచో పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములలో కలిసి ఉన్న సోడియమ్ క్లోరైడ్‌ను వేరుచేసి పొటాసియమ్ నైట్రేట్ స్ఫటికములు శుద్ధముగా తయారుచేయనగును.

ద్రవమునుండి ద్రవమును వేరుచేయుట: (a) ద్రవములు ఒక దానితో ఒకటి కలియనపుడు: నీరు, నూనె కలియవు. నీటితో నూనెనుచేర్చి బాగుగా కదిపి విడిచి పెట్టిన వెంటనే మిశ్రము రెండు పొరల క్రింద వేరగును. మీదనున్నది తేలికైన నూనె, క్రిందనున్నది బరువైన నీరు, ఈ మిశ్రమును పృథక్కరణగలని (సెపరేటింగ్ ఫనెల్) లో నుంచి క్రింది నీటి పొరను బిరడాద్వారా క్రిందికి దింపి వేయవచ్చును. (b) రెండు ద్రవములు ఒక దానిలో ఇంకొకటి విలీనమైయున్నపుడు: ఆ ద్రవముల క్వథనాంకములలోని భేదములను ఆధారము చేసికొని మిశ్రమును ఆంశిక స్వేదనప్రక్రియచే వేరుచేయ వచ్చును.



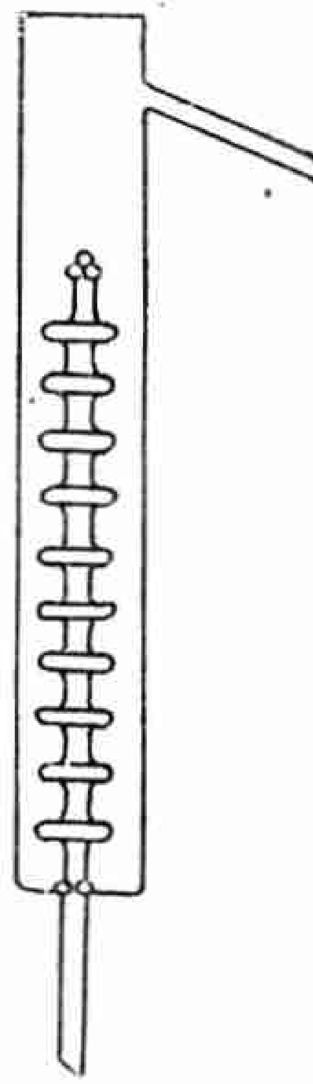

9 వ పటము: పృథక్కరణ గలని
1. మీదిద్రవము, 2. క్రింది ద్రవము.

ఆంశికస్వేదన ప్రక్రియ: పైని ఉదాహరించిన బెన్జీన్, టాల్యుయిన్ మిశ్రమునే తీసికొందము. ఆంశిక స్వేదన

ప్రక్రియను ఆంశీకరణనాళమును ఉపయోగించి అవిరతముగా జరిగించవచ్చును. ఆంశీకరణ నాళము అనగా ఒక పొడవైన తిన్నని గొట్టము. ఈ గొట్టమును చిన్న చిన్న గాజుపూసలతో నింపిగాని, మరియే విధముగనైనగాని గొట్టమునందు, ఆవిరి ద్రవీభవించుటకు, అందువలన ఆవిరి ద్రవము సమతాస్థితిలో ఉండుటకు అనువైన అవకాశము ఉండవలయును. అట్టి నాళములు అనేకరూపముల ఉన్నవి.

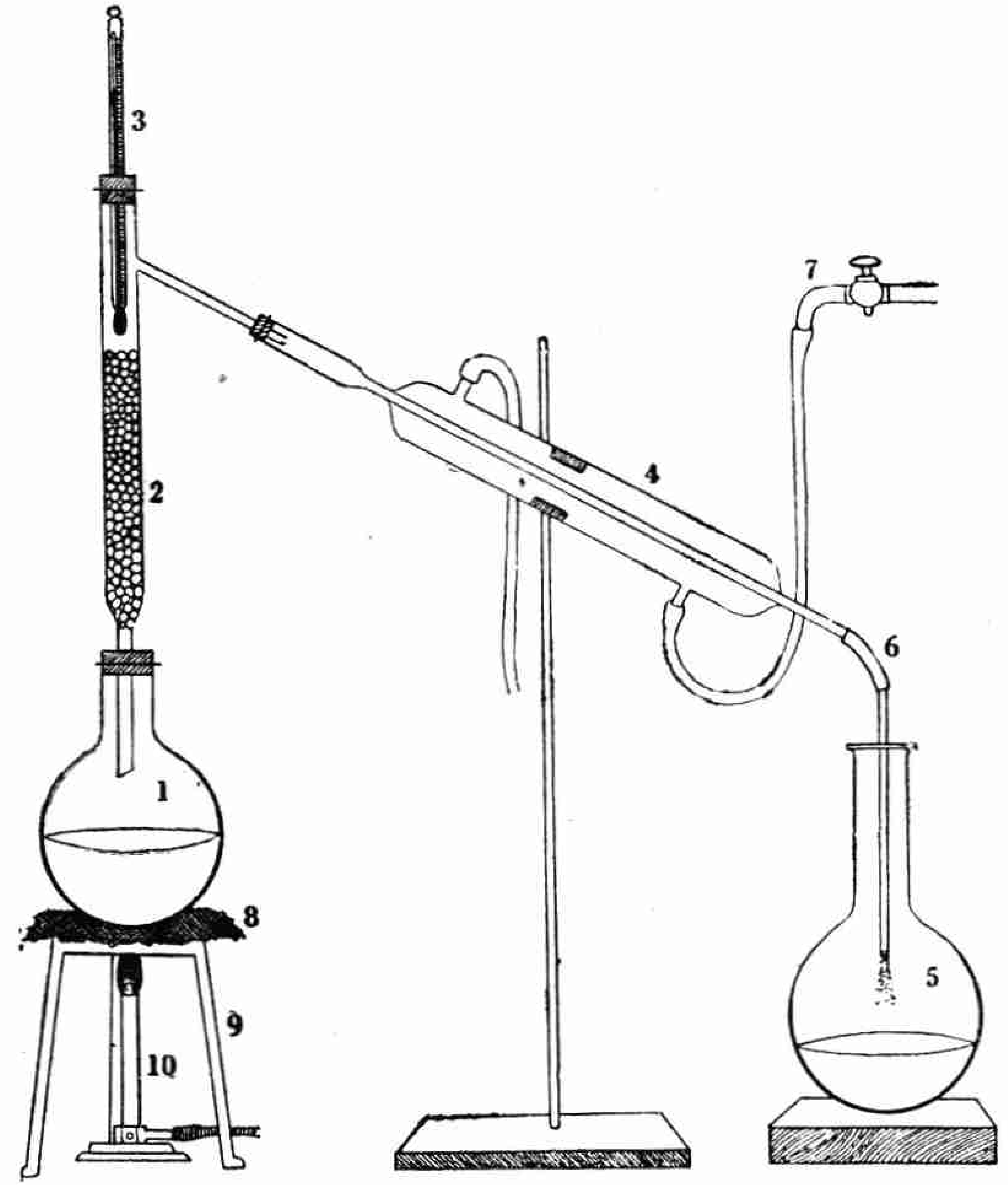


10 వ పటము :
ఆంశిక స్వేదననాళము



11 వ పటము :
ఆంశిక స్వేదన నాళము
కాడ - బిళ్ల నమోనా.

అందులో చాల సరళమైన రెండు రూపములను 10 వ, 11 వ పటములలో కననగును. ఈ నాళమును స్వేదన పాత్రకు తగిల్చి అమర్చిన పరికరము 12వ పటములో చూప బడినది. స్వేదన పాత్రలో ఉంచిన బెన్జీన్ - టాల్యుయిన్ మిశ్రమును వేడిచేసినపుడు ఈ రెండు ద్రవముల బాష్పములు కలిసి పైకి ఎగయును. ఈ బాష్పమిశ్రములో తక్కువ క్వథనాంకము కలిగి ఆ కారణమున ఎక్కువ బాష్ప శీలమయిన బెన్జీన్ యొక్క పాలు ఎక్కువగా ఉండును; టాల్యుయిన్ పాలు తక్కువగా ఉండును. ఈ బాష్పమిశ్రము స్వేదనపాత్రనుండి పైకి ఎగసి చల్లనిచోట చేరునపుడు తక్కువ బాష్ప శీలమైన టాల్యుయిన్ యొక్క బాష్పము ఎక్కువగా ఆ తావులపై ద్రవీభవించి ధారగా స్వేదనపాత్రలోనికి క్రిందికి దిగజారును. టాల్యుయిన్‌తో బాటు కొంత బెన్జీన్ కూడ ద్రవీభవించును. కాని ఇట్లు ద్రవీభవించిన బెన్జీన్ రాశి టాల్యుయిన్ రాశితో సరిపోల్చి చూచిన చాల స్వల్పము. ఇట్లు టాల్యుయిన్ బాష్పమును ద్రవీభవించునపుడు విడివడిన ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత యొక్క ప్రభావమున ద్రవీభవించిన బెన్జీన్ వేడెక్కి మరల ఆవిరి యగును. ఇట్లు టాల్యుయిన్ బాష్పము ద్రవీభవించుట, ద్రవీభూతమైన బెన్జీన్ మరల బాష్పమగుట, ఆంశీకరణ నాళములోని ప్రతిమెట్టు పైనను జరుగు చుండును. దీని ఫలితమేమనగా బెన్జీన్ ఆవిరిరూపముగా నాళపు ఊర్ధ్వ



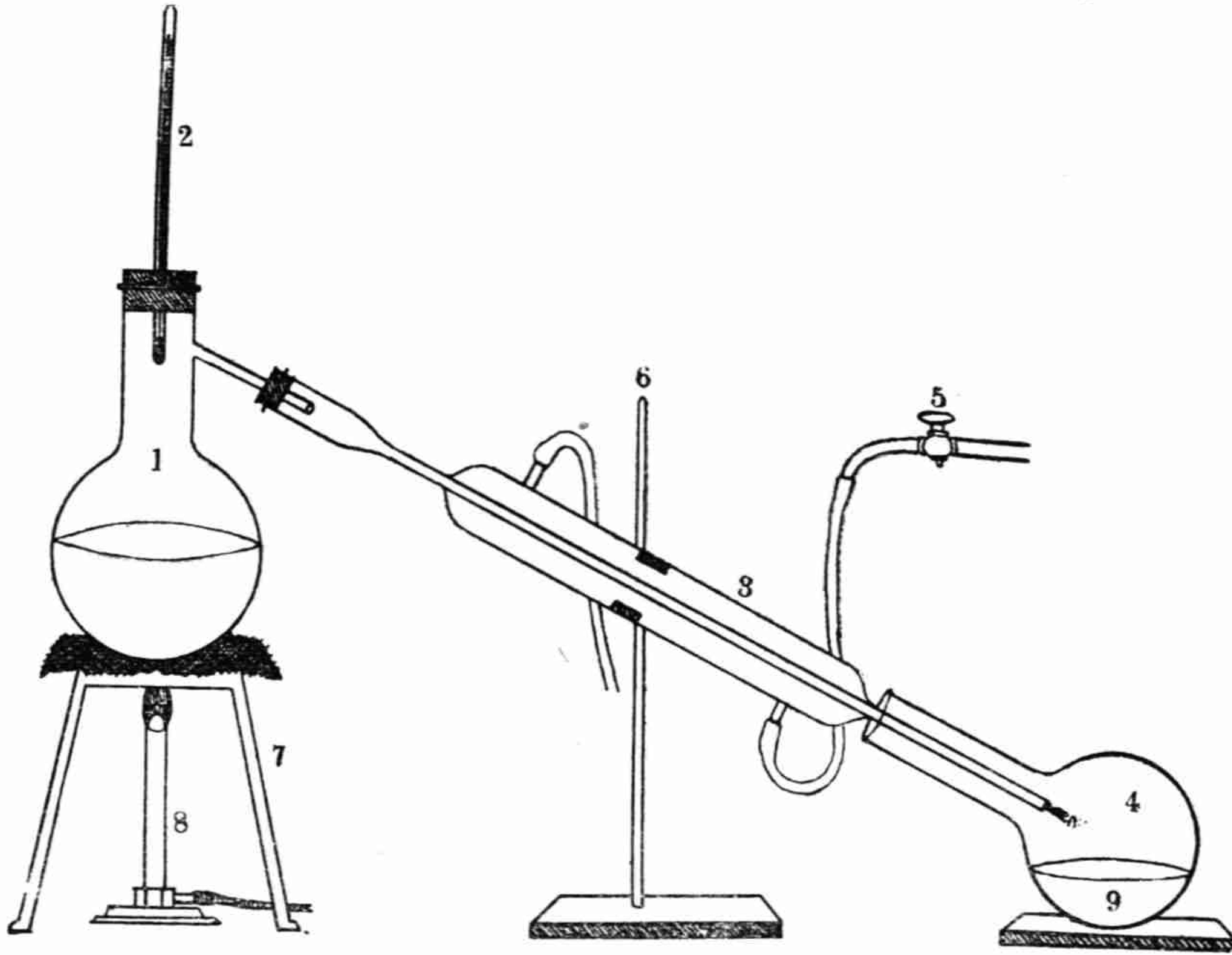
12 వ పటము : ఆంశిక స్వేదనపరికరము.

భాగమున కెగబ్రాకి, సంఘనకమును జొచ్చి, అందు ద్రవీభవించి సంగ్రాహకమును చేరును. ద్రవీభవించిన టాల్యుయిన్ ధారగా నాళపు పై భాగమునుండి క్రిందికి దిగజారి స్వేదనపాత్రను తిరిగి చేరును. అందువలన ఈ నాళపరికరముచే కావించబడివ స్వేదనప్రక్రియలో సంగ్రాహకమందు శుద్ధ బెన్జీన్, స్వేదనపాత్రయందు శుద్ధ టాల్యుయిన్ చేరుకొనును. అనగా ఈ రెండు ద్రవములును వేరువేరుగా విశుద్ధభాగములుగ విడిపోవును.

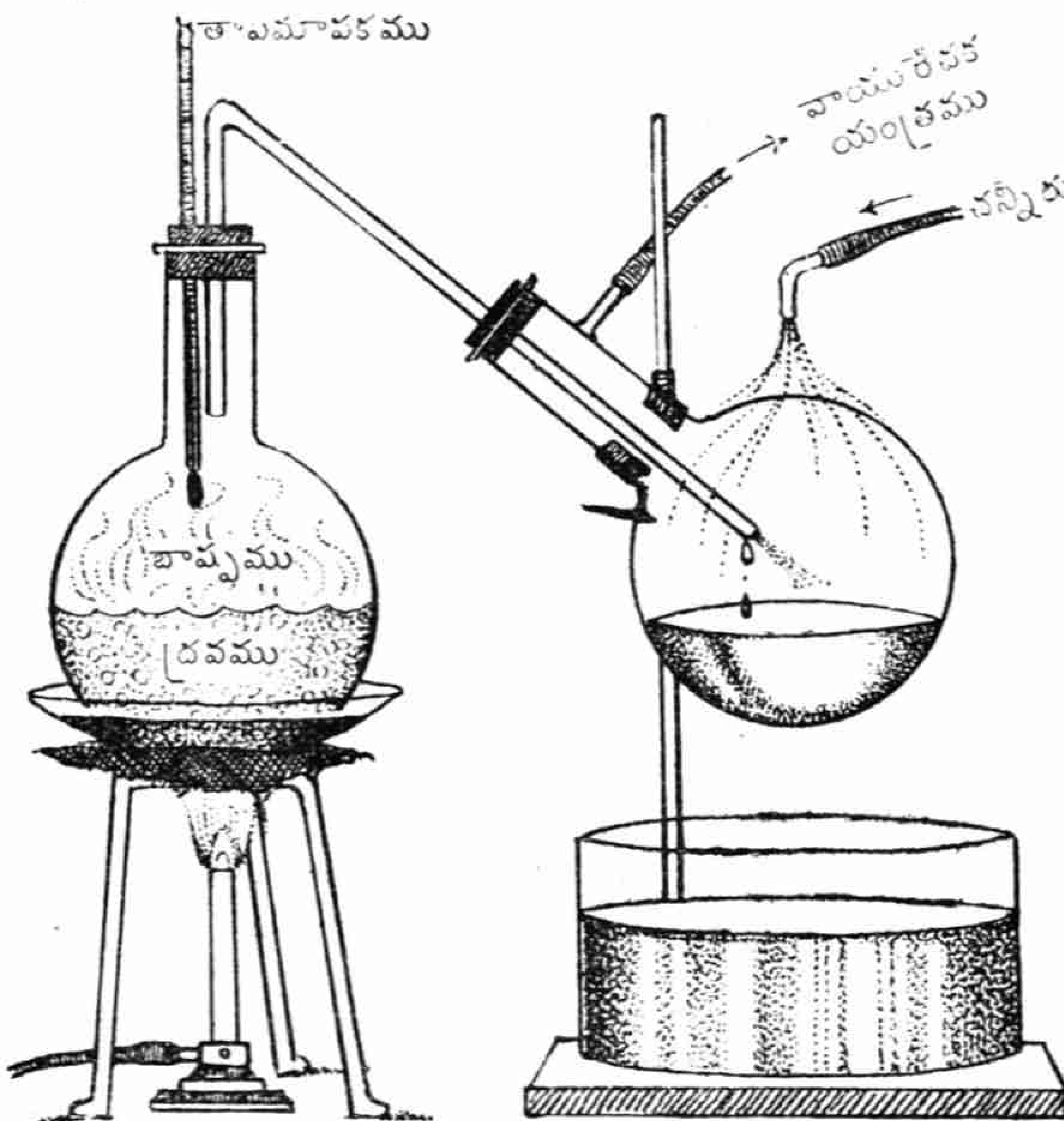
సరళస్వేదనము (సింపిల్ డిస్టిలేషన్) : ఒక ద్రవములో మలినములు కొంచెము పాలు ఉన్నప్పుడు, ఆ మలినములు బాష్పశీలములు కానపుడు, ఆ ద్రవమును స్వేదనముచే శుద్ధపరుచ వచ్చును. శోధనాగారమందు తరచుగా జలమును శుద్ధరూపమున తయారుచేయుట అవశ్యకము అగు చుండును. ఇట్టి జలశోధన జలస్వేదనముచే కావించ వచ్చును. లబ్ధమైన జలమునకు స్వేదితజలమని పేరు. స్వేదన పరికరము యొక్క భాగములు (చూ. 13 వ పటము) ముఖ్యముగా నాలుగు : 1. స్వేదనపాత్ర; 2. తాప క్రమమాపకము ; 3. సంఘనకము (కండెన్సర్) ; 4. సంగ్రాహకము.

సాధారణవాతావరణప్రేషములో స్వేదనము ఒనర్చినపుడు ద్రవములు కొన్ని రాసాయనిక విశ్లేషణమును

చెందును. అట్టిద్రవముల విషయములో అల్పప్రేషపరిస్థితులలో స్వేదనముకావించుట ఆవశ్యకము. దీనికనువగు సులభ పరికరము ఒకటి 14 వ పటములో చూపబడినది. ఈ పరికరమందు స్వేదనపాత్ర, సంఘనకము, సంగ్రాహకము ఈమూడు అంగములును పైనున్న గాలికి చొరరాని అట్లు దృఢముగా ఒక దానితో ఒకటిబంధించబడి ఉండును. ఇందు సంగ్రాహకముగా ఆచరించునది మరియొక స్వేదనపాత్ర, దీని ప్రక్కగొట్టము వాయురేచక యంత్రమునకు కలుపబడి ఉండును. వాయురేచక యంత్రముచే పరికరములోనున్న గాలిని ఇష్టము వచ్చిన నిమ్నప్రేషమునకు తీసికొని రావచ్చును. పటములో చూపని ప్రేషమాపకము ఒకటి వాయురేచక యంత్రమునకు, సంగ్రాహక పాత్ర ప్రక్కనాళమునకు మధ్య తగిలింపబడి ఉండును. ఈ మాపకమునందు అగపడు పాదరసము యొక్క ఎత్తువలన ప్రేషము ఎంత తగ్గి ఉన్నదో కనుగొన వచ్చును.



13 వ పటము : సరళస్వేదనపరికరము.
1. స్వేదనపాత్ర; 2. తాపమాపకము; 3. సంఘనకము; 4. సంగ్రాహకము; 5. నీటికొళాయి; 6. స్టాండు; 7. త్రిపాది; 8. బున్‌సెన్‌బర్నర్; 9. స్వేదితద్రవము.

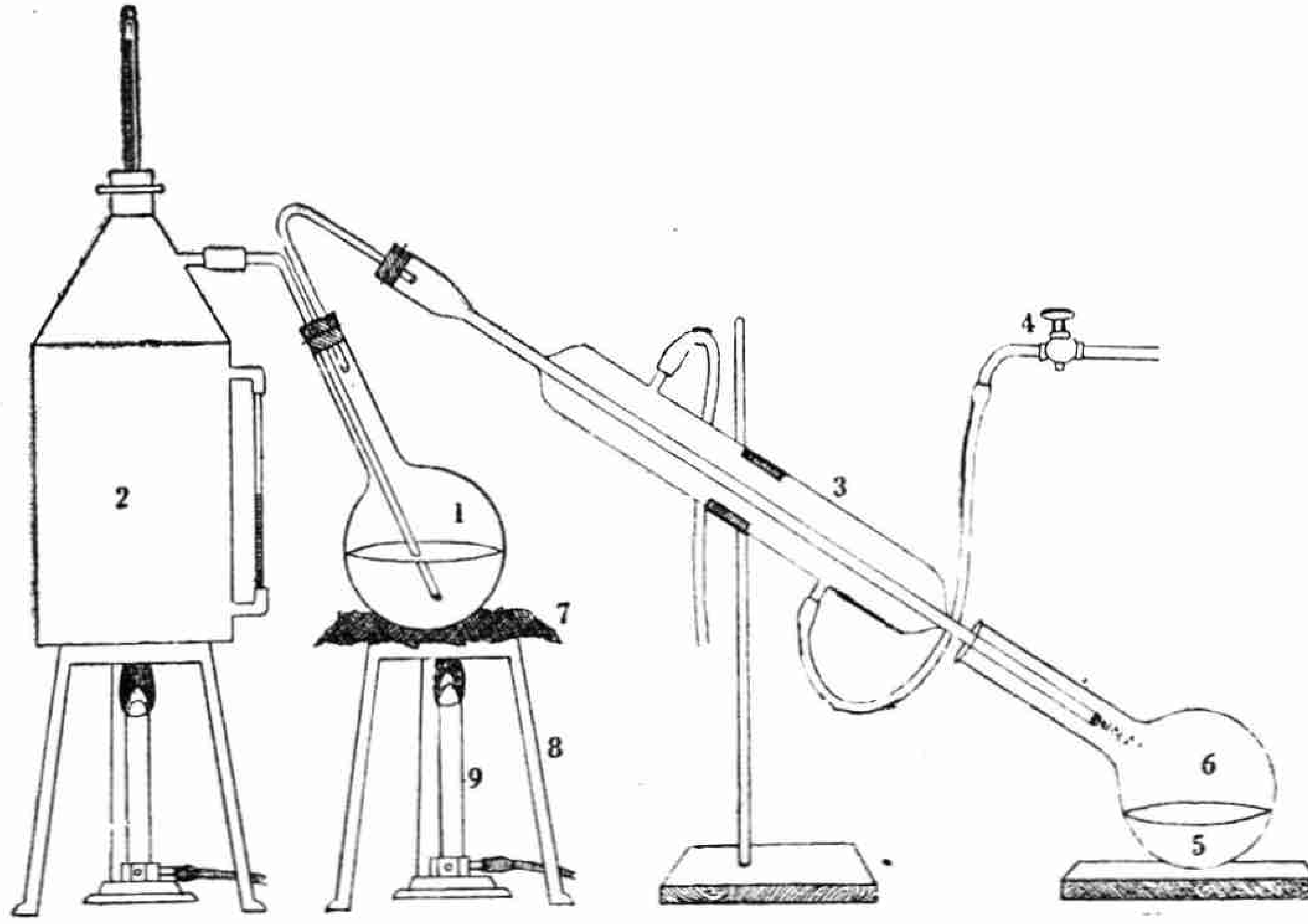


14 వ పటము : శూన్యప్రేషమందు స్వేదనము.

జలబాష్పస్వేదనము (స్టీమ్‌డిస్టిలేషన్) : 184°C మరుగు తాపక్రమము గల అనిలీన్ ద్రవములోనికి నీటి ఆవిరిని పంపినచో 100°C తాపక్రమముననే ఈ అనిలీన్ ద్రవము నీటి ఆవిరితో కూడ బాష్పరూపమున బయటకు వెడలును. నీటితో కలియని ఎట్టి ద్రవద్రవ్యమైనను, నీటి ఆవిరితో బాష్పముగా పోవుటకు సమర్థము కాని ద్రవ్యముల నుండి వేరుచేయ వచ్చును. నీటి ఆవిరితో బాష్పముగ పైకి పోవు ఘనద్రవ్యమునకు ఉదాహరణము బోరిక్ ఆసిడ్.

పైని ఉదాహరణముగా గ్రహించిన అనిలీన్‌ను నైట్రోబెన్జీన్ అను ఇంకొక కార్బన్ యౌగికము నుండి ఆక్సీహరణ ప్రక్రియచే తయారుచేయ వచ్చును. నైట్రోబెన్జీన్‌ను ఆక్సీహరణ ప్రక్రియకు గురిచేసిన తరువాత లభించెడి ద్రవ్యములో కొంత నైట్రోబెన్జీన్ కూడ మిగిలి ఉండును. దీనినుండి ఫలితద్రవ్యమైన అనిలీన్‌ను వేరుచేయుటకు బాష్పస్వేదనమును ఉపయోగించవలెను. బాష్పస్వేదనమునకు వలయు పరికరము 15 వ పటములో కననగును.

స్వేదనము నొందించు ద్రవ్యమును స్వేదనపాత్ర (1) లోనికి తీసికొని దానిలోనికి జలబాష్పజనకము (2) నుండి నీటిఆవిరిని పంపవలయును. నీటి ఆవిరి, ద్రవబాష్పము ఈ రెండిటి మిశ్రమును కండెన్సర్ (3) లో శీతలీకరించినచో బాష్పమిశ్రము ద్రవీభవించి సంగ్రాహకము (6)లో చేరును. స్వేదన పాత్రలోనికి చొరబడు నీటి ఆవిరి అక్కడే ద్రవీభవించి ఆ పాత్ర యందున్న ద్రవమిశ్రాయతనమును ఎక్కువ చేయకుండుటకై స్వేదనపాత్రను వాలుకాతాపకము (సేండ్ బాత్) చే గాని, బున్‌సెన్ బర్నర్ చే గాని వేడిచేయవలెను.



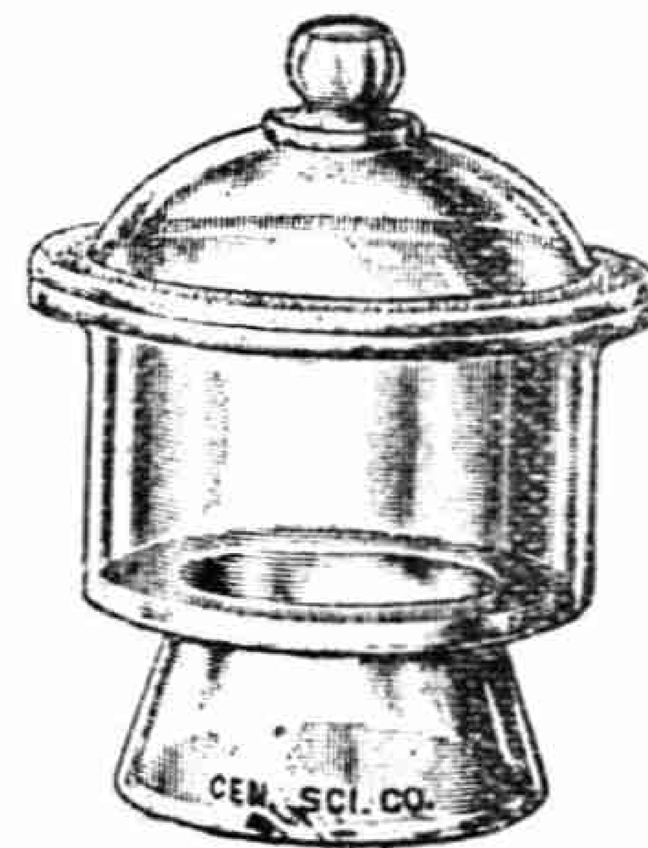
15 వ పటము : జలబాష్పస్వేదనపరికరము.
1. స్వేదనపాత్ర ; 2. బాష్పజనకము ; 3. సంఘనకము ; 4. నీటికొళాయి ; 5. స్వేదితద్రవము : 6. సంగ్రాహకము.

సంగ్రాహకమందు నీటితో కూడ సంగ్రహింపబడిన ద్రవ్యము ద్రవమై అది నీటితో కలియనప్పుడు, పృథక్కరణగలనిచే మిశ్రమునుండి కావలసిన ద్రవమును వేరుచేయవచ్చును. సంగృహీతద్రవ్యము ఘనమైనచో ఆమిశ్రమును వడపోసి దానినుండి ఘనద్రవ్యమును వేరుచేయవచ్చును.

రాసాయనిక విధానము : బజారులో దొరకు వెండిలో అతిస్వల్పముగా బంగారము, అంతకన్న కొంచెము ఎక్కువ రాగి కలిసిఉండును. ఈమిశ్రమునుండి శుద్ధమైన వెండిని విడదీయవలెనన్న భౌతికవిధానములేవియును పనికిరావు. బజారువెండిని గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించినపుడు మిశ్రమునందుండు రాగి, వెండి విలీనమై నైట్రేట్ లవణములుగ మారును. స్వర్ణాంశము కరగక క్రింద మడ్డివలె నిలచిపోవును. ఇప్పుడు ఈ నైట్రిక్ఆసిడ్ ద్రావణమును నీటితో కలిపి వడపోసి కరగకుండ మిగిలి పోయిన బంగారపులేశములనుండి వేరుచేయవచ్చును. వడపోయగా వచ్చిన ఈద్రావణమునకు కొంచెముకొంచెము అమోనియా ద్రావణమును కలిపినచో నైట్రిక్ఆసిడ్ క్షీణించి, ద్రావణములోనున్న కాపర్ (రాగి) నైట్రేట్ లవణము అమోనియాతో రాసాయనికముగా సంయోగించి, నీలి రంగుగలద్రావణము జనించును. ఇప్పుడు ఈద్రావణము లోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును, ద్రావణపు నీలి రంగు పోవువరకు పంపించినచో పరిశుద్ధమైన వెండి, బూడిద రంగుగల చూర్ణరూపమున పాత్ర క్రిందికి దిగిపోవును. ద్రావణములో కలిసి ఉన్న ఈ చూర్ణమును వడపోసి, ద్రావణమును వేరుచేసి శుద్ధజలముతో జాగ్రత్తగా అంటుకొనిన మలినములన్నియుతొలగిపోవునట్లు కడుగవలెను. వడపోతకాగితముపై పరిశుద్ధమైన రజతచూర్ణము మిగిలి ఉండును.

ఇట్లే ఏ మిశ్రమునైనను ఉచిత విశేష రాసాయనిక పద్ధతులను ఉపయోగించి విడదీయవచ్చును. భౌతిక విధానములను, వర్గీకరించినట్లు ఈపద్ధతులను వర్గీకరించి వివరించుటకు వీలులేదు. ఎప్పటికప్పుడు అభ్యాసకుడు తన అనుభవమును, బుద్ధికౌశలమును ఉపయోగించి విడదీయు పద్ధతులను ఆలోచించవలసినదేతప్ప అన్ని పక్షములలో ఒకేరీతిని వినియోగపడు పద్ధతులు లేవు.

శుష్కీకరణము : సామాన్య తాపక్రమమందుగాని, నీరుమరుగు తాపక్రమమందుగాని, అంతకన్న కొంత హెచ్చుతాపక్రమమునగాని శుష్కీకరణప్రక్రియను జరిపించవచ్చును. సామాన్య తాపక్రమమువద్ద వస్తువుల తడిని తొలగించుటకు ఉపయుక్తమైన పరికరమునకు శుష్కకము (డెసికేటర్) అని పేరు. దీని ఆకారము 16 వ పటములో చూడనగును. ఈ పాత్రయొక్క క్రిందిభాగముకన్న మీది భాగము కొంత విరివిగా ఉండును. ఈ రెండుభాగములను కలుపుగట్టుపై తీగవలను ఉంచి దాని పైని వస్తువులను పెట్టుదురు. క్రింది భాగములో తడిని పీల్చుకొను సామర్థ్యము గల రాసాయనిక ద్రవ్యములను

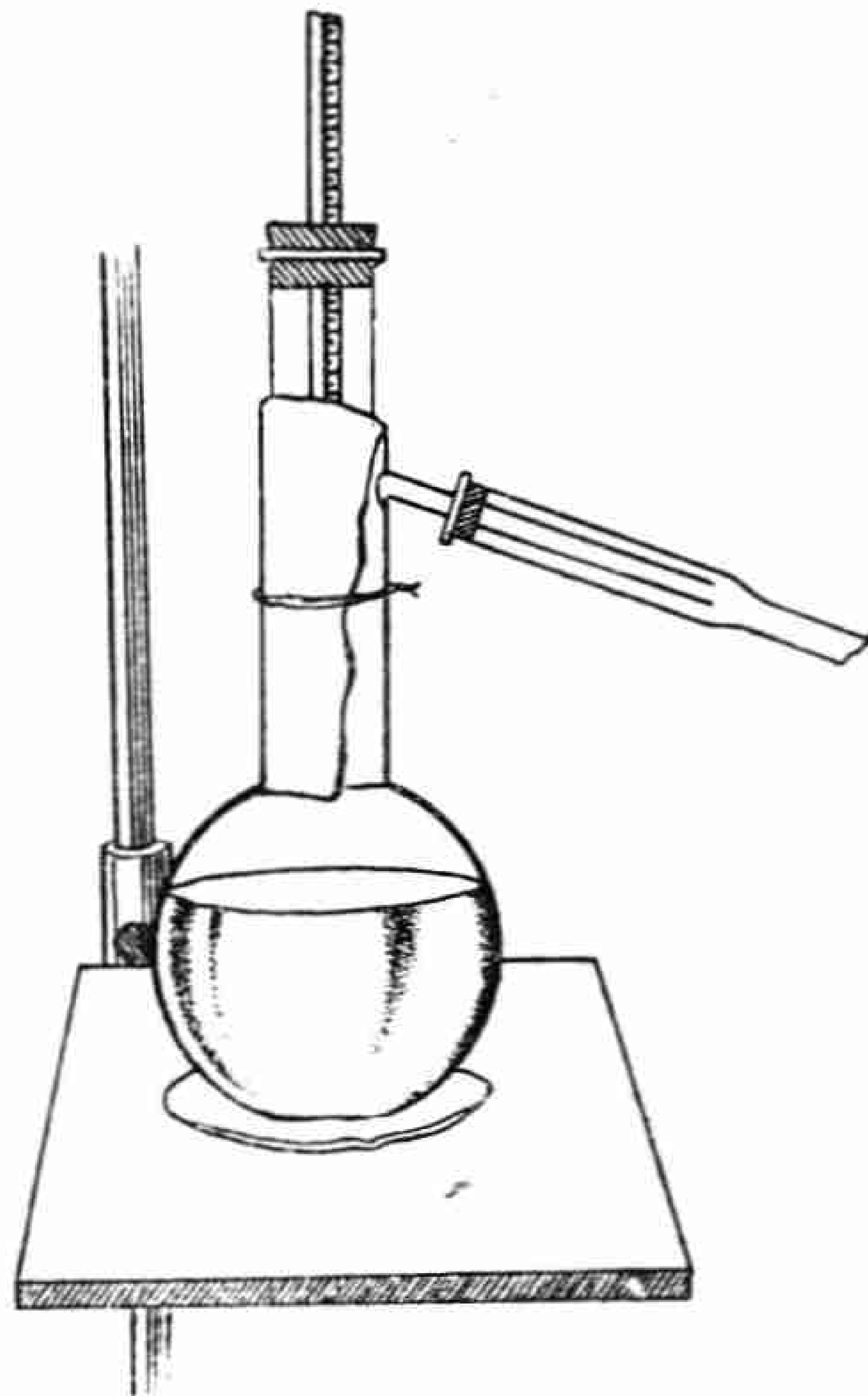


16 వ పటము : డెసికేటర్

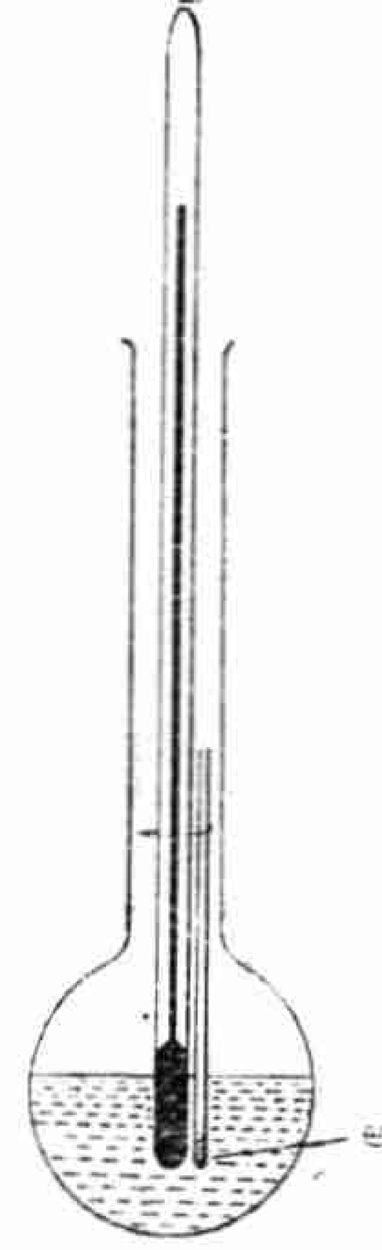
ఉంచుదురు. తడిని పీల్చుకొనగల ద్రవ్యములలో ముఖ్యమైనవి మూడు: 1. నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్; 2. తడి పోవునట్లు వేడిచేసి కరగించి చల్లార్చిన కాల్సియమ్ క్లోరైడ్, 3. ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్. ఈ మూడు ద్రవ్యములును క్రమముగా ఒకదానికన్న ఇంకొకటి హెచ్చుసమర్థములైనవి. మొదటి రెండు ద్రవ్యములను సాధారణముగా శుష్కకములలో వాడుకచేయుదురు. ప్రబలశుష్కీకరణము ఆవశ్యకమైనపుడే మూడవది అగు ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్సైడ్‌ను వాడుదురు. శుష్కీకరణము నీరుమరుగు తాపక్రమమున చేయవలసి వచ్చినపుడు జలబాష్పతాపనపేటికను వాడుక చేయుదురు. ఇంతకన్న అధిక తాపక్రమమున శుష్కీకరణము జరుగవలసి వచ్చినపుడు వాయుతాపనపేటికను వాడుదురు.

ఈ పై విధానములను ఉపయోగించి, వేరుచేసి పరిశుద్ధముగా ఏర్పరచిన ద్రవ్యముల పారిశుద్ధ్యమును పరీక్షించుటకు, ద్రవ్యము ఘనమైనపుడు దాని ద్రవాంకము, ద్రవమైనపుడు దాని క్వథనాంకము, వాయువైనపుడు దాని సాంద్రత మొదలగు విశిష్టధర్మముల నిర్ణయింతురు.

క్వథనాంక నిర్ణయము: దీనికై వాడుకలోఉన్న పరికరమును 17 వ పటములో కననగును. పటములోని స్వేదన పాత్ర 50 ఘ. సెం. మీ. ఆయతనము కలది. దానిని త్రిపాదిపై నున్న ఆస్బెస్టాస్ అట్టలో గుండ్రముగా కోసిన కన్నముపై ఖాళీలేకుండ నొక్కి పెట్టవలెను. తాపక్రమ మాపకము స్వేదన పాత్రయొక్క ప్రక్క గొట్టమునకు కొంచెము క్రిందుగా ఉండునట్లు చూడవలెను. బున్‌సెన్ బర్నర్‌తో క్రింద నుండి మెల్లగా వేడి చేయవలెను. ఏ తాపక్రమమువద్ద ద్రవము మరుగుటకు ప్రారంభించునో సులభముగా కనుగొనవచ్చును. ఈ లభ్యమైన క్వథనాంకమును ప్రమాణప్రేషపరిస్థితులకు అన్వయించునట్లు ప్రత్యేకగణన పద్ధతులచే సరిదిద్దుదురు.

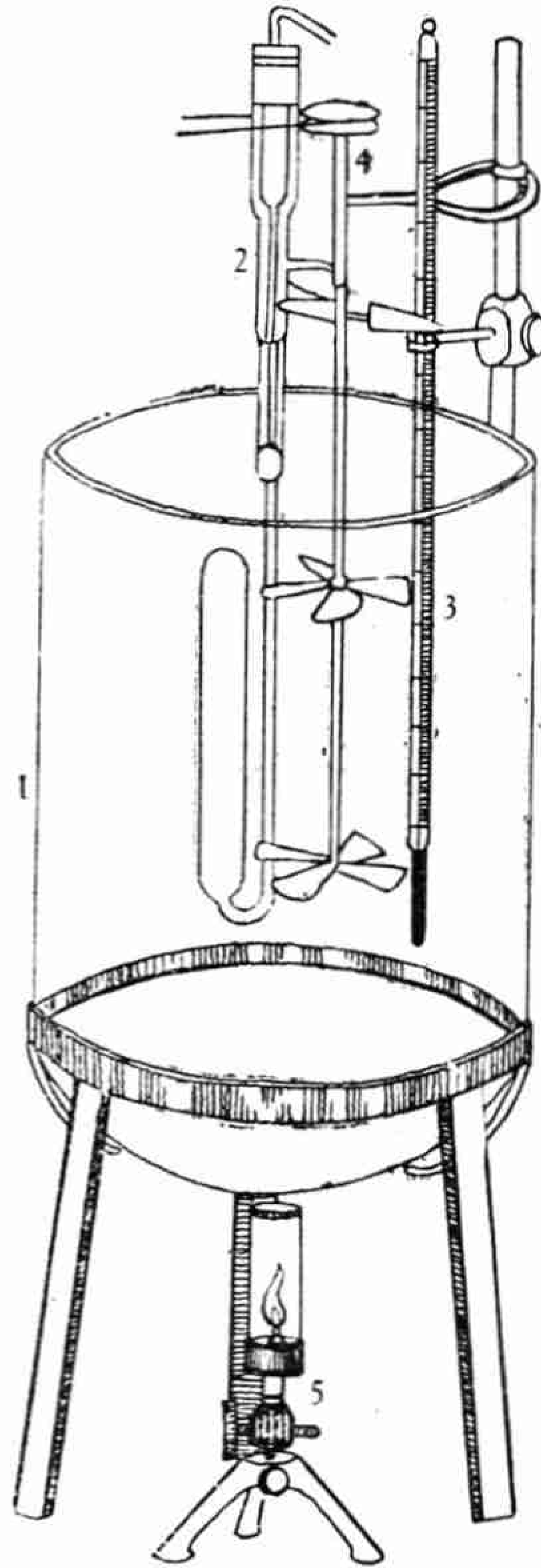

17 వ పటము : క్వథనాంకనిర్ణయపరికరము

ద్రవాంకనిర్ణయము : ప్రయోగము - అడుగు మూయబడిన 5.6 సెం. మీ. పొడవుగల కేశనాళములో అడుగు నుండి రెండు సెంటీమీటరుల ఎత్తువరకు ద్రవ్యము యొక్క చూర్ణమును క్రుక్కి తాపక్రమమాపకముక్రింది భాగమున ప్లాటినమ్‌తీగతో బంధించవలెను. అటుపిమ్మట నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో సగము నింపిన పొడవుమెడగల గాజు కుప్పెలో దూర్చిన కార్కులోని కన్నము ద్వారా కేశనాళముతో కూడుకున్న తాపక్రమమాపకమును కుప్పెకు మధ్యగా ఉండునట్లు అమర్చవలెను. కేశనాళముతో కూడుకున్న తాపక్రమమాపకమును కేశనాళము సగమువరకు మునుగునట్లు గాజు కుప్పెలో నున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో ముంచి దానిని బున్‌సెన్ బర్నర్‌తో వేడిచేయవలెను. పెరుగుచున్న తాపక్రమమును కనిపెట్టుచు అకస్మికముగా ఏతాపక్రమమువద్ద కేశనాళములో ఇది వరకు చూర్ణముగా నున్న ద్రవ్యము దిగజారుటకు ప్రారంభించునో జాగ్రత్తగా కనిపెట్టవలయును. తరువాత మరి కొంచెము తాపక్రమము ఎక్కువగునట్లు వేడిచేసి బర్నర్‌ను పాత్ర క్రింద నుండి తీసివేయవలెను. ఇప్పుడు తాపక్రమము క్రమముగా తగ్గుట మొదలిడును. మరల ఏ తాపక్రమమువద్ద ద్రవము గడ్డకట్టుట మొదలిడునో నిర్ణయించవలెను. సాధారణముగా ద్రవాంకముయును, ఘనీభవనాంకముయును ఏకీభవించవు; కొంచెము వ్యత్యాసము ఉండును. ఈ రెండు తాపక్రమముల మధ్యమానము ద్రవ్యముయొక్క యథార్థ ద్రవాంకమై ఉండును. వాయుద్రవ్యముల పారిశుద్ధ్య పరీక్షకు ఉపయోగించు వాయుసాంద్రతా నిర్ణయపద్ధతులకు అణుభారనిర్ణయము (చూ. పు. 126) చూడనగును.


18 వ పటము : ద్రవీభవనాంక నిర్ణయపరికరము

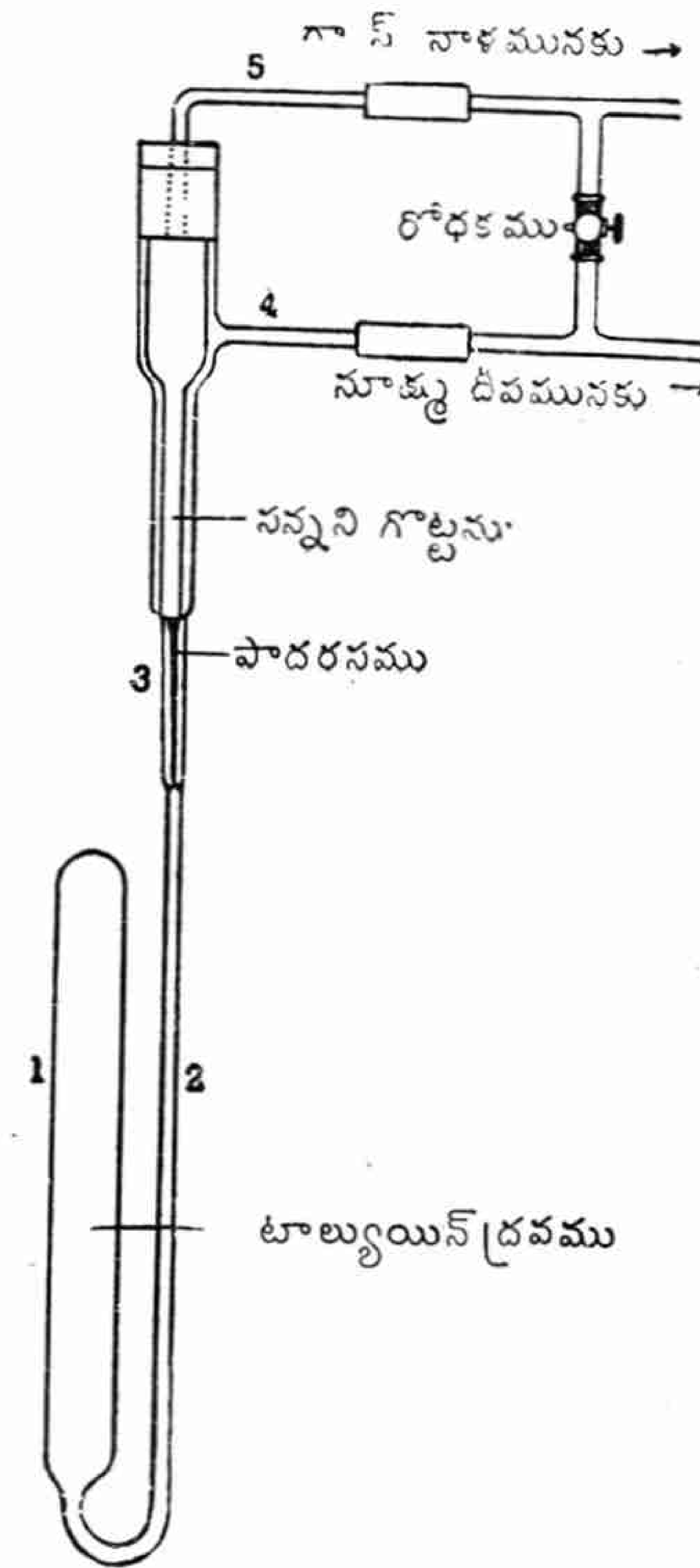
తాపక్రమ స్థాపకము (తెర్మోస్టాట్): ఏదేని భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియను ఒక స్థిర తాపక్రమమువద్ద పరీక్షించవలసివచ్చినపుడు ఆప్రక్రియ ఎందులో జరుగునో ఆ పరికరమును ఒక స్థిరతాపక్రమమువద్ద ఉంచబడిన తాపాశయములో ఉంచవలెను. ఈ తాపాశయమునకు 'తాపక్రమస్థాపకము' అనిపేరు. ఇది ఒక అండా వంటి రాగిపాత్ర. లోపల జరుగు ప్రక్రియను పైనుండి చూచుటకు ఈ పాత్రలను గాజుతో కూడ చేయుదురు. 19 వ పటములో గాజుతాపక్రమ స్థాపకము '1' అని చూపబడి ఉన్నది. ఇది 15 లీటరుల ప్రమాణముగల పెద్ద గాజు అండా. 50°C క్రింద తాపక్రమ

ములను స్థిరముగా ఉంచుటకు అండాలో నీటినే తాపక ద్రవముగా వాడుక చేయుదురు. ఇందులోనున్న నీటి యొక్క తాపక్రమమును స్థిరముగా నుంచుటకు తాపక్రమ నియంత్రకము అను పరికరమును వాడుక చేయుదురు. ఇది 19 వ పటములో '2' అని గుర్తించబడినది. '3' అనునది తాపక్రమ మాపకము. ఇట్టి తాపక్రమ స్థాపకములయందు ఉండు ద్రవద్రవ్యమును అంతటను ఒకే తాపక్రమమును కలిగి ఉండునట్లు చేయుటకు ద్రవమును బాగుగా కలుపుచుండవలెను. అట్టి సాధనము ఒకటి పటములో '4' చే గుర్తించబడినది. ఈ మంథన దండమునకు పై చివరనున్న కప్పీకి త్రాడు తగిలించి చిన్న ఎలక్ట్రిక్ మోటారు చే దండము తిరుగునట్లు చేయవచ్చును. దండమునకు క్రింది చివరను, మధ్యను అతికించి ఉన్న రేకులు తాపక్రమస్థాపకములో ఉన్న నీటిని వలయునట్లు కలుపును.



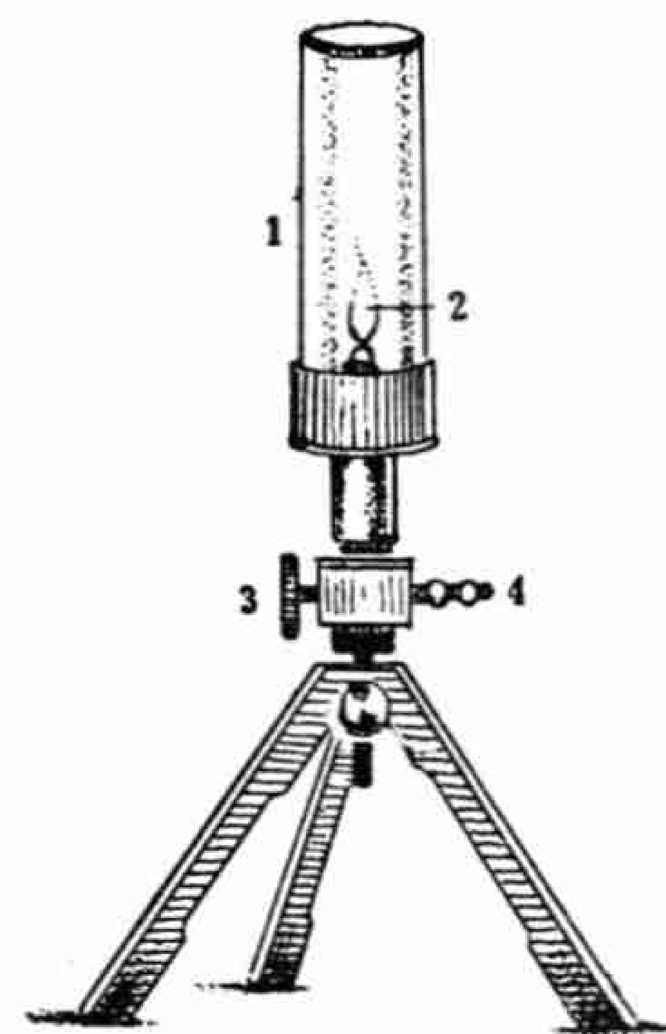

19 వ పటము : తాపక్రమస్థాపకము
1. గాజు అండా ;
2. తాపక్రమనియంత్రకము ;
3. తాపక్రమమాపకము ;
4. మంథనదండము ;
5. సూక్ష్మదీపము.

తాపక్రమనియంత్రకము (తెర్మోరెగ్యులేటర్): ఈ పరికరమునకు ముఖ్యమైన భాగములు మూడు (చూ. 20 వ పటము). అందులో '1' అనునది వెడల్పాటి 2. సెం. మీ. అర్ధవ్యాసముగల గొట్టము. దీని ఒక చివర మూయబడి రెండవచివరను మీదికి వంగిన '2' అను సన్నటి 4 మి.మీ. అర్ధవ్యాసముగల గొట్టముఅతికిఉన్నది. దీనిపైన '3' అను మిక్కిలి సన్నని అర్ధవ్యాసముగల కేశనాళము ఒకటి అతికి ఉన్నది. ఈ కేశనాళముమీదికి మరల వెడల్పుచేయబడి '4' అను ప్రక్కగొట్టము ఒకటి దీనికి అతుకబడి ఉన్నది. ఈ నియంత్రకముఖద్వారము రబ్బరుకార్కుతో మూయబడి ఉండును. కార్కుగుండా ┐ ఆకారముగల గాజు గొట్టము దూర్చబడి ఉన్నది. ఈనాళముయొక్క లోపలి చివర మరల కేశనాళముగా నిర్మించబడినది. ఈ గొట్టము యొక్క చివర, 4 వద్ద నియంత్రక ముఖనాళమునకు ప్రక్కన అతికియున్న గొట్టము యొక్క చివర, ఈ రెండును I ఆకారము గల గొట్టమునకు ఎడమవైపున ఉన్న రెండు చివరలతో రబ్బరు గొట్టముతో కలిపి ఉన్నవి. ఈ I గొట్టము కుడివైపు రెండు కొనలలో మీదది ఇంధనవాయువునుసరఫరాచేయు గొట్టమునకును క్రింద నున్నది తాపక్రమస్థాపకమును వేడి చేయుచున్న సూక్ష్మబున్సెన్ బర్నర్ (చూ. 21 వ పటము) యొక్క క్రింది గొట్టమునకును కలిపి యుండును.




20 వ పటము : తాపక్రమనియంత్రకము

నియంత్రకము కేశనాళము వరకు టాల్యుయిన్ అను ద్రవముతో నిండియుండును. క్రింద నున్న టాల్యుయిన్‌ను నొక్కుచు కేశనాళమందు కొంతపాదరసము ఉండును. ఈ పాదరసము కేశనాళపు పై భాగమున ఉన్న స్థూల నాళము యొక్క అడుగున చిన్న మడుగుగా ఏర్పడియుండును. ఈ పాదరసమునకు ఇంచుమించుగా తగులునట్లు రబ్బరు కార్కులో నుండి దూర్చబడిన ┐ నాళము యొక్క కేశనాళపు కొన ఉండును. దీనితో కలిపియున్న I నాళము యొక్క సంధాననాళములో అమర్చబడిన కవాటముచే సరఫరా గొట్టమునుండి గాస్, సూక్ష్మదీపమునకు అత్యల్పముగా, అనగా దీపము ఆరిపోకుండునట్లు అందించబడును. నియంత్రకములోనున్న సూదిగొట్టపు మొన ఒకప్పుడు పాద



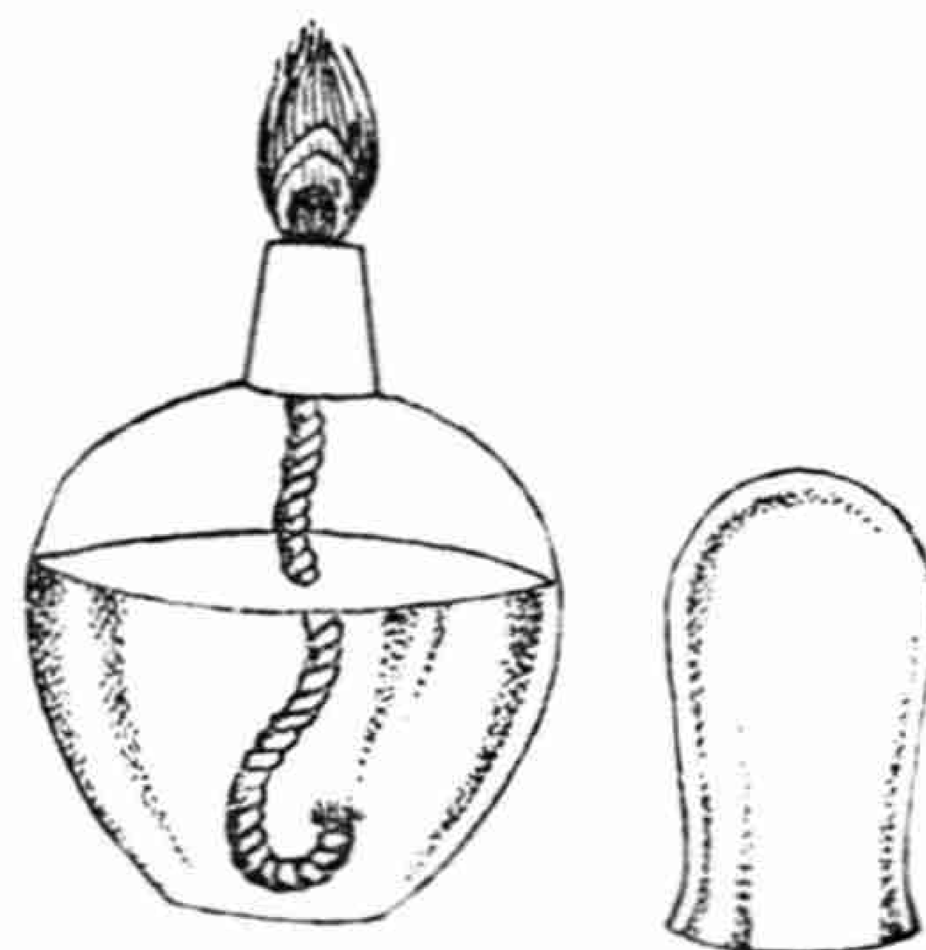

21 వ పటము. సూక్ష్మబున్సెన్ బర్నర్

రసముచే మూయబడినను తాపక్రమస్థాపకము క్రింది జ్వాల ఆరిపోదు.

సూక్ష్మజ్వాలలోనుండి స్థాపకమునకు అందించబడిన వేడివలన తాపక్రమము అవశ్యకమయిన దానికన్న కొంచెము ఎక్కువైనపుడు ఆ హెచ్చువేడిమికి నియంత్రకములోనున్న టాల్యుయిన్ యొక్క ఆయతనము కొంచెము ఎక్కువై పైనున్న పాదరసమును కొంచెము పైకి త్రోయును. అందువలన జ్వాలకు ఇంధనవాయువును అందించుచున్న కేశనాళము యొక్క ముఖమును పాదరసము మూసివేయును. అందుచే తాపక్రమస్థాపకమునకు అందిన వేడిమి తక్కువై టాల్యుయిన్ కొంచెము చల్లారుటవలన సంకోచించి పాదరసపు మట్టము కొంచెము క్రిందికిదిగును. అందువలన కేశనాళముఖము మరల తెరువబడును. జ్వాలకు గాస్ ఎక్కువగా అంది స్థాపకతాపక్రమము మరల పెరుగుట ప్రారంభించును. నియంత్రకములోని వాయుమోచక కేశనాళమును ఉచితరీతిని సర్దుటవలన స్థాపక తాపక్రమము అత్యల్పమైన మార్పులకు లోనగునట్లు, అనగా ఇంచుమించుగా స్థిరముగా ఉండునట్లు చేయవచ్చును.

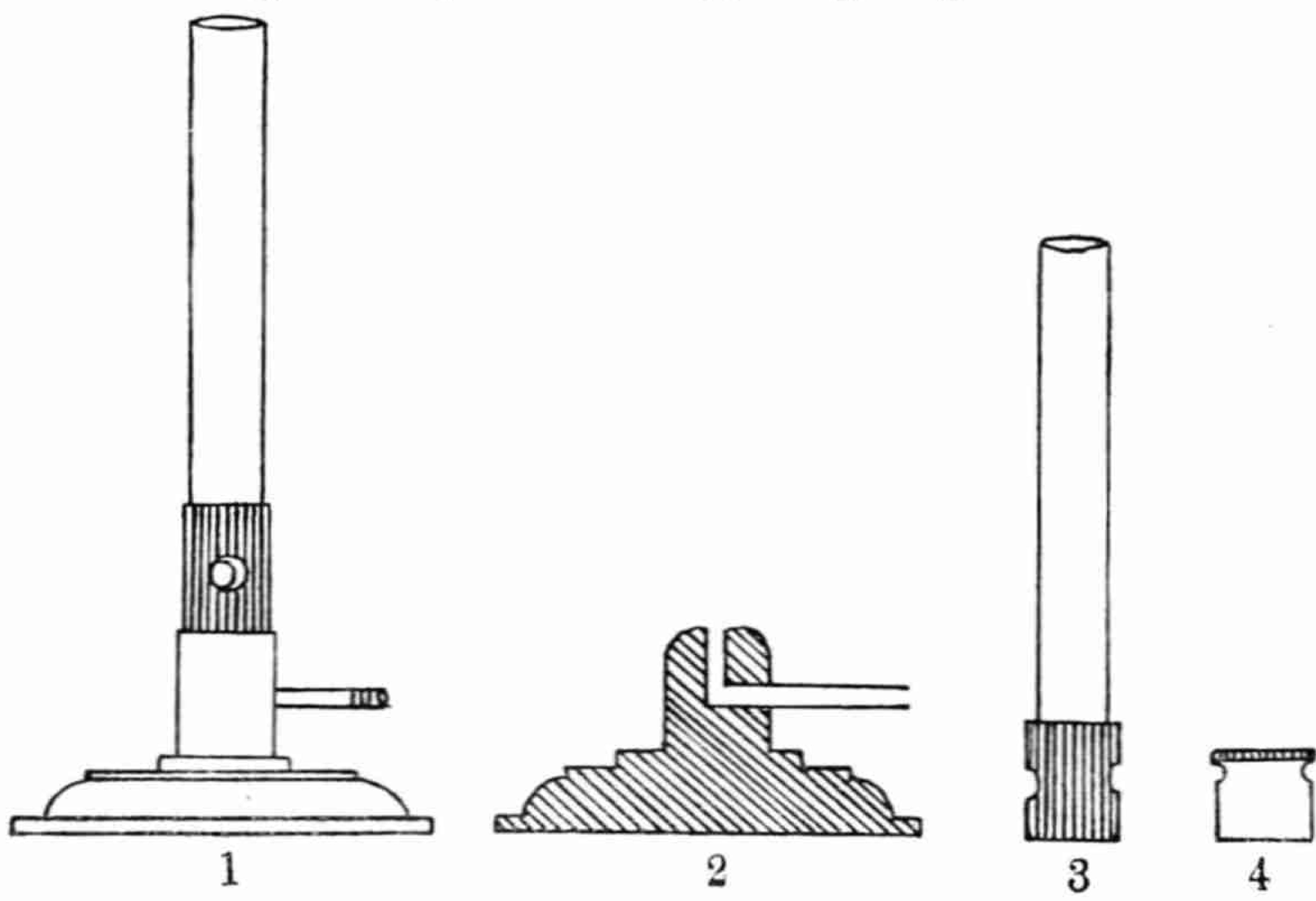
**తాపన విధానములు-సారాయి దీపము:** పొగ లేకుండ మండునట్టిదియగుటచే 15వ శతాబ్దముననే (చూ. 22వ పటము) సారాయి దీపము రాసాయనిక పరిశోధనాగారమున ప్రవేశించినది. కాని సారాయి ఆరోజులలో చౌకగా దొరకకపోవుటచేత అంతకు ముందున్న నూనె దీపములే హెచ్చుకాలము నిలిచినవి. శోధనాగారమునందు ప్రాచుర్యమునకు దెచ్చి సారాయి దీపమునకు నేటి ఆకారమును ఇచ్చినవాడు బర్జీలియస్ (1779-1848).

నేల బొగ్గునుండిగాని, కిరసనాయిలు నుండిగాని తయారగు వాయువుయొక్క జ్వాలను పొగలేకుండచేసి తాపసాధనముగా వాడుకచేయుటకు బున్‌సెన్ (1811-1899) అను జర్మను రాసాయనికుడు తనపేరున నేడు బరగుచున్న దీపమును 1885 లో నిర్మించెను. ఇదినేడు సర్వత్ర శోధనాగారములయందు వాడుకలో ఉన్నది. ఈ దీపము (1) యొక్క భాగములు మూడు. (చూ. 23వ పటము). '2' అనునది ఆధారము(మట్టు). దీనిలోనికి ప్రక్క నాళము ద్వారా ఇంధన వాయువు ప్రవేశించును. దీని శిఖరమున ఉన్న చిన్న బెజ్జము ద్వారా వాయువు పైనున్న గొట్టము (3) లోనికి ప్రవేశించును. వెలిగించినపుడు ఈ గొట్టపు పై చివరను వాయువు మండును. గొట్టము యొక్క క్రింది చివరను గాలిని ప్రవేశపెట్టుటకు ఒకదానికొకటి ఎదురుగా రెండు కన్నములు ఉన్నవి. ఈ గాలి రంధ్రములను ఇచ్చవచ్చినట్లు మూయుటకు, తెరచుటకు తగిన వలయము ఒకటి (4) గొట్టపు క్రిందభాగమును ఆవరించి ఉన్నది. గొట్టమునకున్న రంధ్రములతో సరిగానుండు రంధ్రములు వలయమందుకూడ గలవు. దీనిని చేతితో త్రిప్పుటవలన గాలి రంధ్రములను మూయవచ్చును లేదా తెరవవచ్చును.



22వ పటము: సారాయిదీపము, మూత.

గాలి రంధ్రములను మూసి ఉంచినపుడు శిఖరమున పొగను చిమ్ముచు కాంతి గల పొడవైన జ్వాల లభించును. గాలి రంధ్రములను తెరచినపుడు జ్వాల చిన్నదియై కాంతి హీనముగ ఉండును. గాలి రంధ్రములు తెరచి ఉన్నపుడు ఆధారమందున్న బెజ్జము నుండి కొంత విసురుతో పైకి వచ్చుచున్న ఇంధనవాయు వేగము దానికి ముందున్న గాలిని పైకినెట్టుకొని పోవుటచే




23వ పటము: బున్‌సెన్‌బర్నర్; భాగములు.

ప్రక్కలనున్న గాలిలో ఒత్తిడి కొంచెముతగ్గి ఆంశిక శూన్యము ఏర్పడును. దీని ఫలితముగా గాలి రంధ్రముల ద్వారా గొట్టములోనికి పైనుండి గాలిప్రవేశించి గొట్టములోని ఇంధనవాయువుతో బాగుగా కలిసిపోవును. ఈ కలిసి పోవుట కారణముగా ఇంధనవాయువు గాలిలో నున్న ఆక్సిజన్‌ని గ్రహించి, పూర్తిగామండి కాంతి విహీనమైన జ్వాలను ఇచ్చును.

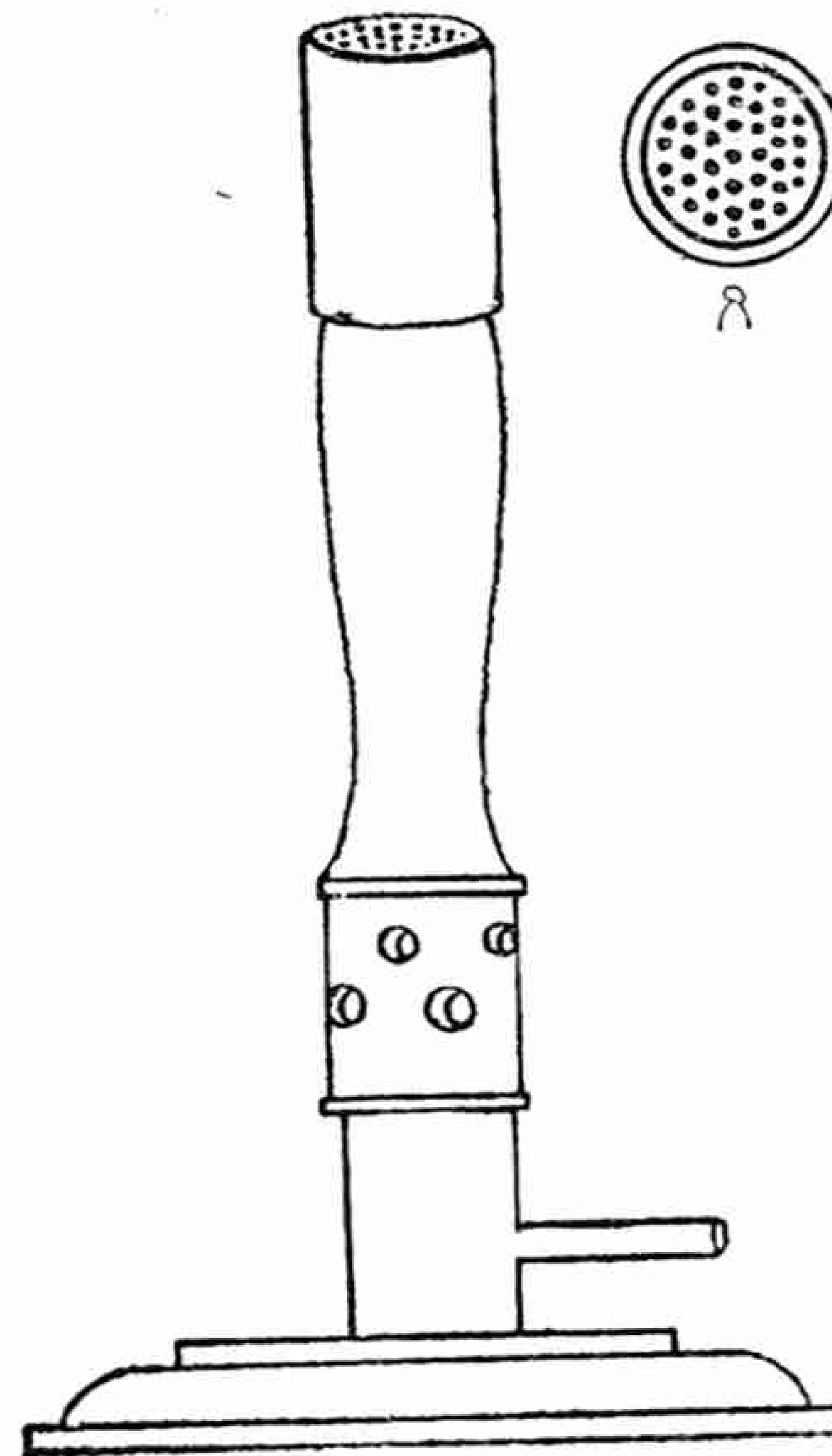
గాలిరంధ్రములు మూయబడినప్పుడు ఇంధన వాయువులోనున్న హైడ్రోకార్బన్ యౌగికములు పూర్తిగా మండుటకు ఆక్సిజన్ చాలక కొంత కార్బన్ జ్వాలతో కలిసి ఉండును. విడి కార్బన్ ఉన్నట్లు దానితో కూడి ఉన్న పొగజ్వాలలో ఉంచిన తెల్లనిపాత్ర మసిపారుట తెలియచేయును. జ్వాలలోఉన్న కార్బన్‌కణములు జ్వాల యొక్క వేడికి ఎర్రబడి జ్వాలకు కాంతిని ఇచ్చును.

బున్‌సెన్‌బర్నర్ గొట్టమందు ప్రవహించు వాయు మిశ్రములో వాయువుతో గాలి ఒక నిర్దిష్ట నిష్పత్తిలో ఉన్నప్పుడే గొట్టముచివర వాయుమిశ్రము చప్పుడులేక నీలిరంగుతో మండును. గాలి ఎక్కువై ఇంధనవాయువు తగ్గినపుడు జ్వాల హోరుమను ధ్వని చేయుచుండును. గాలి రంధ్రములు తెరచిఉన్న స్థితిలో మండుచున్న బున్‌సెన్ జ్వాలకు క్రింద బిరడాను త్రిప్పి ఇంధనవాయు ప్రసారమును తగ్గించుచు రాగా ఒకదశలో గొట్టముక్రిందికి మంట హఠాత్తుగా దూకి ఆధారమందున్న బెజ్జముపై పొగతో కూడుకున్న జ్వాలతో మండును. ఈ సంఘటనకు జ్వాల వక్రించినది అందురు.

సాధారణముగా బున్‌సెన్ బర్నర్‌యొక్క జ్వాల యందు ఒకభాగము ఇంధన వాయువుతో $2\frac{1}{2}$ భాగములు గాలి కలిసి ఉండును. ఇంతకన్న గాలియొక్క అనుపాతమును హెచ్చించి చూచినచో జ్వాల క్రిందికి తన్నును.

మెక్కర్ అను రాసాయనికుడు ఇట్టి మిశ్రమును జ్వలింపజేయుటకు తగిన దీపమును ఒక దానిని నిర్మించెను.

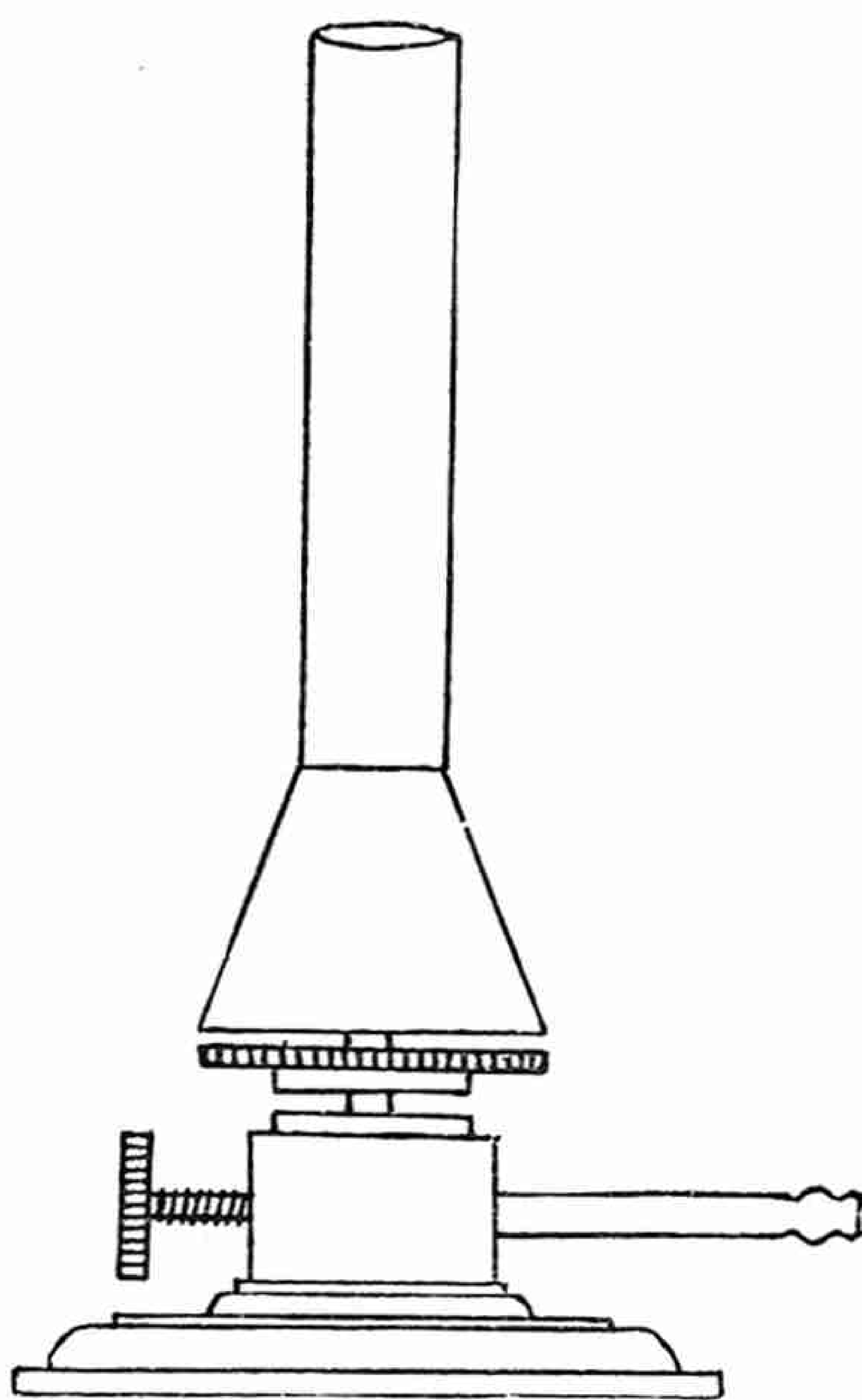
ఈ దీపమునకు 24 వ పటములో చూపినట్లు గాలిరంధ్రములు బున్‌సెన్ బర్నర్‌లోనున్న రంధ్రములకన్న పెద్దవి; వాటిసంఖ్య కూడ ఎక్కువ. గొట్టము పై చివరను లోపల అమర్చిన నికెల్ ధాతువుతో చేయబడిన జాలకము, జ్వాలను క్రిందికి తన్నకుండ కాపాడును. గొట్టముయొక్క ముఖద్వారమునుండి బయటికి వచ్చుచున్న వాయుమిశ్రములో పూర్ణముగా జ్వలించుటకు సరిపోయినగాలి కలదు. కనుక జ్వాల అంతయు ఏకరూపముగనున్న నీలిరంగుకోనువలె కన్పించును. బున్‌సెన్‌బర్నర్‌లో గాలి రంధ్రములు తెరచి ఉన్నపుడు తాపక్రమము 1370° C. శ్రేణిలో ఉండును; మెక్కర్ దీపమందు అది 1730° C. శ్రేణిలో ఉండును.



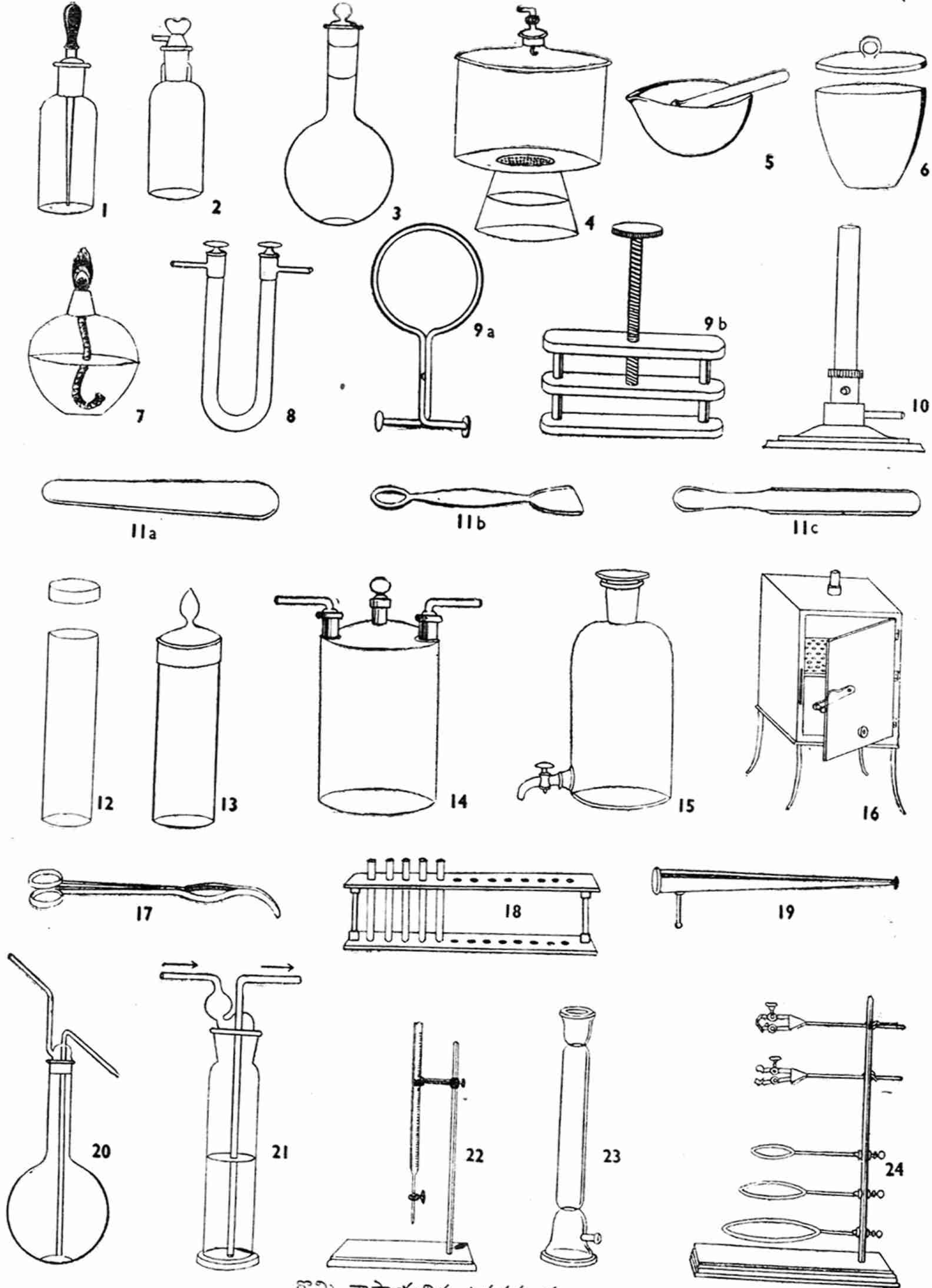

24 వ పటము : మెక్కర్‌బర్నర్.
గి = గ్రిడ్డు లేదా జాలకము.

ఇంధన వాయువు సంపూర్ణముగా మండవలెననిన దాని ప్రతి భాగమునకు ఆరు భాగములు గాలి కావలయును. ఇట్టి మిశ్రణముమామూలు బున్‌సెన్ గొట్టములో సంభవించదు.

మెక్కర్ బర్నర్ కన్న అధికమైనవేడిని ఈయగలుగునది మెక్లూ బర్నర్. 25 వ పటములో చూపినట్లు, దీనికి గాలి రంధ్రములకు బదులు ఆధారశంకును ఆశ్రయించిన బిళ్ళ ఒకటి ఉండును. ఈ బిళ్ళ ఆధారశంకుపై నిర్మించిన స్క్రూయొక్క గాడులలో తిరుగును. బిళ్ళను మీదికి త్రిప్పినచోగొట్టమునకు గాలితో సంబంధము తెగిపోవును. బిళ్ళను క్రిందికి త్రిప్పినపుడు గాలి ధారాళముగా నాళమునుప్రవేశించి మిశ్రము మెక్కర్ దీపములో కన్న హెచ్చుగా మండుటకు అనువగు పరిస్థితిని కల్పించును. అందువలన మెక్లూ బర్నర్‌తో సాధ్యమగు తాపక్రమము 1870°C తాపక్రమశ్రేణిలో ఉండును.



25 వ పటము : మెక్లూబర్నర్.

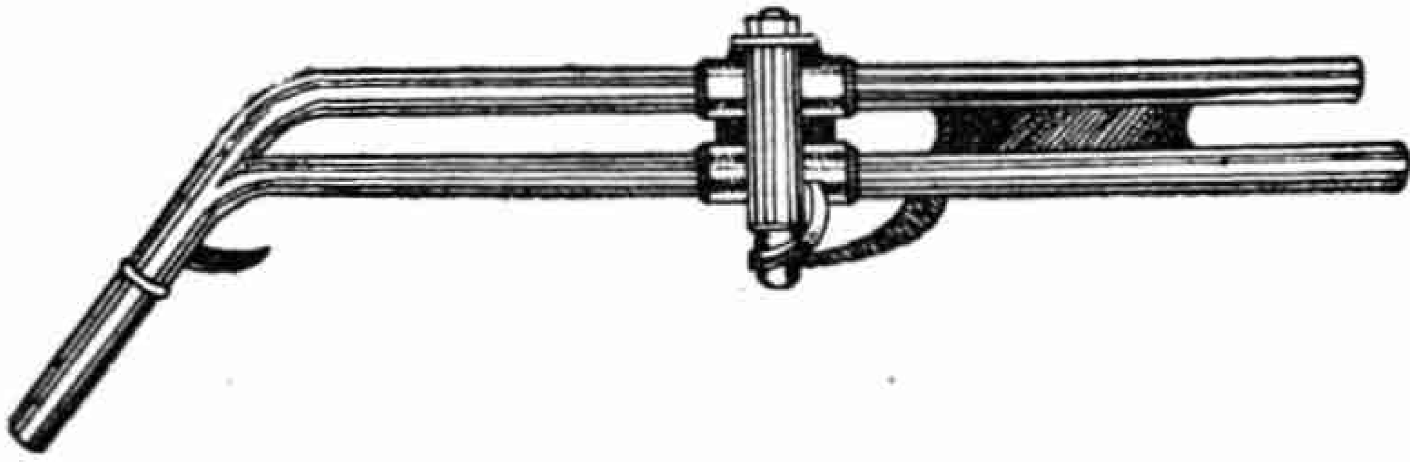



కొన్ని రాసాయనిక ఉపకరణములు

1, 2. చుక్కలువేయు సీసాలు ; 3. లీటరుపాత్ర ; 4. డెసికేటర్ ; 5. మోర్టార్ ; 6. మూస ; 7. సారాయిదీపము ; 8. U-నాళము ; 9 a. నొక్కుక్లాంప్ ; 9 b. స్క్రూక్లాంప్ ; 10. బున్సెన్‌బర్నర్ ; 11 a. b. c. స్పాట్యులా ; 12, 13. భారనిర్ణయపాత్రలు ; 14. వుల్ఫ్‌సీసా ; 15. ఆస్పిరేటర్ ; 16. వాయుతాపకము ; 17. టాంగ్స్ ; 18. శోధననాళాధారము ; 19. ముఖధమని ; 20. క్షాళనపాత్ర ; 21. వాయుక్షాళనపాత్ర ; 22. బ్యూరెట్టు ; 23. కాల్సియమ్‌క్లోరైడ్‌గోపురము ; 24. రిటార్ట్‌రింగులు, క్లాంప్‌లు.

ఇంధన వాయువును వాడుకచేసి ఇంతకన్న హెచ్చు తాపక్రమమును సాధించవలెనని ధమనిదీపమును వాడుక చేయవలెను. ఇది పనిచేయు సూత్రము 26 వ పటమువలన బోధపడగలదు.

ఇది గొట్టములో గొట్టము. పై గొట్టములోనుండి ఇంధన వాయువును, లోపలిగొట్టములోనుండి గాలితిత్తిద్వారా గాలిని పంపుదురు. తిత్తినుండి వచ్చెడిగాలి జ్వాలయొక్క లోపలి భాగమునందు, పరిసరములనున్నగాలి జ్వాల యొక్క ఉపరిభాగములందు మిశితమై ఇంధనవాయువు యొక్క జ్వలనము సంపూర్ణమగునట్లు చేయును. అందు వలన వేడిమి అత్యధికముగా ఉండును. బంగారమును కరగించుటకు కూడ ఈ ధమనిజ్వాల చాలును.

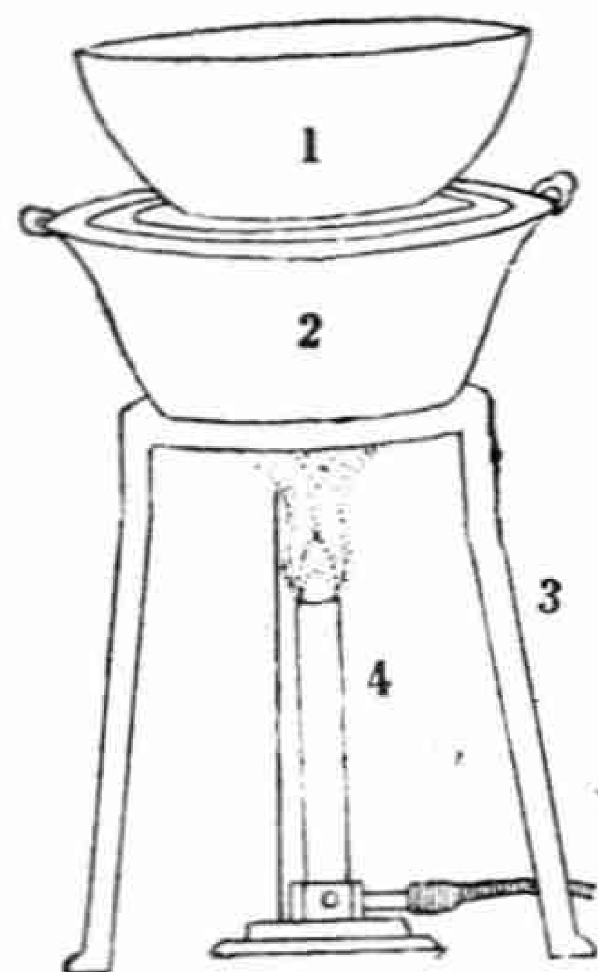


26 వ పటము : ధమనిజ్వాల.

ఇంకను చాల అధికమైన వేడిమి కావలసివచ్చినపుడు విద్యుత్ కొలుములను వాడుకచేయుదురు (చూ. విద్యుత్ కొలిమి).

మందతాపములో వస్తువులను వేడిచేయవలసి వచ్చి నపుడు వాడుకలోనున్న పరికరముల రూపములను విచా రింతము.

శోధనాగారములలో మందతాపమునకు తరుచుగా వాడుకలోనున్నది జలతాపకము (వాటర్ బాత్); ఇది ఒక రాగిపాత్ర. ఇది వివిధరూపములలో ఉండవచ్చును. ఇది కోలగాగాని, గుండ్రముగా గాని ఉండును. రాగి ధాతువు వేడిమికి మంచి వాహకము అగుటచే ఇట్టి తాపన సాధనములు అన్నియు ఈ ధాతువుతోనే చేయబడును. జలతాపకమునుసాధారణముగా ద్రావణములో నున్న నీటి భాగము బాష్పీకరించుటకు కూడ వాడుక చేయుదురు (చూ. 27 వ పటము).

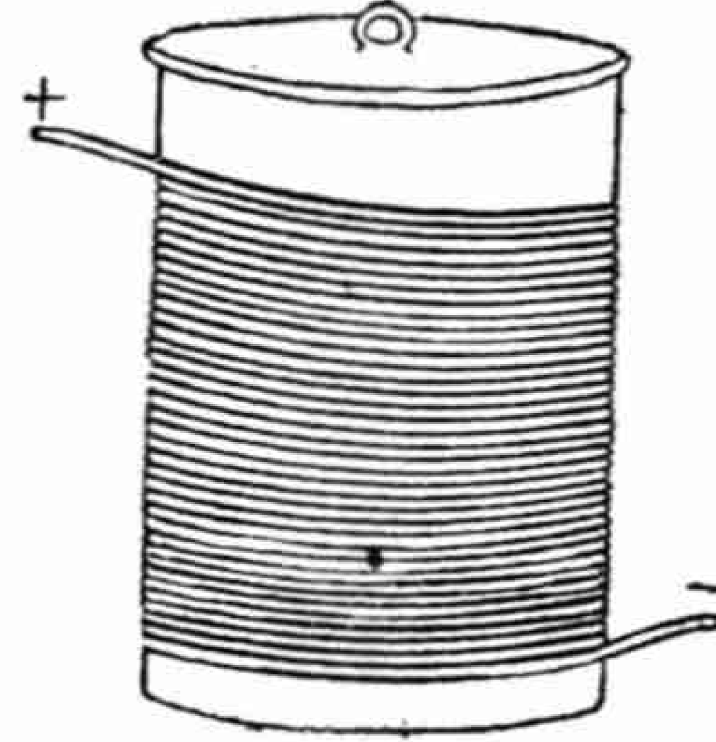




27వ పటము: జలతాపకము
1. తాపనపాత్ర
2. తామ్రపాత్ర

పాత్రలో నీటివంతు వివిధ తాపక్రమముల వద్ద మరుగు వేరువేరు ద్రవములను ఉంచుటచే వేరువేరు తాపక్రమ ములవద్ద వస్తువులను వేడిచేయవచ్చును.

విద్యుత్తు సహాయముతో వేడిచేయుట : ఇంధనవాయు జ్వాలలను తాపకములుగా వాడుకచేయునపుడు ఆ వాయువులో మలినములుగా చేరియుండు గంధకయౌగిక ములు వేడిచేయబడుచున్న వస్తువులతో కూడి వాటిలో అవాంఛనీయమైన మలిన వస్తువులు చేరవచ్చును. విద్యుత్ తాపనములో ఈ మలిన సంపర్క ప్రమాదము లేదు. అందువలన నవీన రాసాయనికశోధనాగారమునందు విద్యుత్తాపనము హెచ్చు వాడుకలోనికి వచ్చు చున్నది.





28 వ పటము : విద్యుత్తాపన పరికరము : నాళపు క్రింది భాగము మూయ బడి పై భాగముపై విడిమూత అమర్చబడినది. నాళము చుట్టు ఉన్నది విద్యుద్వాహకతంత్రి.

గాజుతోగాని పింగాణీతో గాని, సిలికాతోగాని చేయ బడిన గొట్టముచుట్టు రాగి ధాతువు లేదా ఇతర విద్యుత్ ప్రవాహకమిశ్రముతో చేయ బడిన తీగనుచుట్టి (చూ. 28 వ పటము) ఆతీగద్వారావిద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినచో తీగ వేడెక్కును. గొట్టములో ఉంచిన వస్తువును వేడిచేయుటకు ఆ వేడిమిని ఉపయోగించ వచ్చును. విద్యుత్ వలయములో నిరోధకమును ఒక దానిని ఉంచినచో ఆ నిరోధక పరిమాణమును మార్చితీగలో ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహ తీక్ష్ణతను మార్చవచ్చును. తీగయందు జనించు వేడి విద్యుత్ప్రవాహ తీక్ష్ణతను బట్టి ఉండును. కనుక గొట్టములో పెట్టిన వస్తువును వేరు వేరు తాపక్రమములలో వేడిచేయవచ్చును. వి. బ్ర. రా.

**రాసాయనిక సాంకేతికము** : చూ. అణుభావము - అణుభార భావము - పు. 133.

**రిచర్డ్సన్, ఓవెన్ విలాన్స్** (జననము 1879) : ఇంగ్లీషు భౌతికవిజ్ఞాని. కేంబ్రిడ్జిలో విద్యను అభ్యసించి, తొలిని (1906) ప్రిన్స్టన్ (యునైటెడ్ స్టేట్స్)లోను, తరువాత 1914 లో కింగ్స్కళాశాల (లండన్)లోను ఆచార్య పదవిని స్వీకరించెను. వేడివస్తువుల నుండి బయటికి వచ్చు ఎలక్ట్రాన్లను గురించి ఈయన గణనీయ మైన పరిశోధనలను కావించెను. వేడివస్తువుల నుండి ఉద్గతమగు ఎలక్ట్రాన్లకు, ఇతర ఆవిష్ట కణములకు 'థెర్మియాన్'లు అనియు, ఈ శాస్త్రమునకు 'థెర్మియానిక్స్' అనియు రిచర్డసన్ పేరులు పెట్టెను. 1913 లో రాయల్ సంఘసభ్య పదవి, 1928 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు లభించినవి. మే. వ. న.

**రుదెనియమ్ :** రాసాయనిక ధాతుమూల ద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 44; సంకేతము Ru; పరమాణుభారము 101·1; విశిష్ట గురుత్వము 12·2; ద్రవాంకము 2500° C. దీని ఉనికిని 1844 లో క్లాస్ కనుగొనెను. దీనిని ఆస్మియమ్‌తో కలిపి పెన్ను పాళీల పాయింట్‌లకు ఉపయోగింతురు. దీనిని ప్లాటినమ్‌తోను, పెల్లేడియమ్‌తోను కలిపి ఆభరణముల తయారీలోను, ఎలక్ట్రికల్ కాంటాక్ట్సలోను ఉపయోగింతురు. * * *

**రుబిడియమ్ :** క్షారధాతువులకు సంబంధించిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 37; సంకేతము Rb; పరమాణుభారము 85·48; విశిష్ట గురుత్వము 1·53; ద్రవాంకము 38·8°C; క్వథనాంకము 713°C. దీని ఉనికిని 1861 లో రాబర్ట్ విల్‌హెల్మ్ బున్‌సెన్, కిర్కాఫ్ కనుగొనిరి రుబిడియమ్‌ను ఎలక్ట్రాన్‌వాల్వులు, పింగాణీ పరిశ్రమలోను వాడుదురు. (చూ. ఆల్కలి ధాతువులు - పు. 190). * * *

**రూతర్‌ఫర్డు** (1871 - 1937) : బ్రిటిష్ భౌతిక విజ్ఞాని. తొలుత న్యూజీలండ్ యూనివర్సిటీయందును తరువాత కేంబ్రిడ్జిలోని ట్రినిటీ కళాశాలయందును విద్యనుఅభ్యసించి, కేంబ్రిడ్జిలో జె. జె. థామ్సన్ శిష్యుడుగా కేవెండిష్ పరిశోధనాగారములో కొన్నాళ్లు నూతన అన్వేషణలను కావించెను. 1898 లో మెక్‌గిల్ (కెనడా) యూనివర్సిటీలో ఆచార్య పదవిని స్వీకరించి రేడియోధార్మిక సంఘటనలను గురించి పరిశోధనలను కావించెను. 1907 లో మాంచెస్టరుకు వచ్చి, 1919 లో జె. జె. థామ్సన్ తరువాత కేవెండిష్ ఆచార్యుడుగా నియమితుడయ్యెను. 1903 లో రాయల్ సంఘసభ్యుడును, 1908 లో నోబెల్ బహుమాన స్వీకర్తయు ఆయెను. 1931 లో బ్రిటిష్ ప్రభుత్వము ఈయనకు 'బేరన్' బిరుదమును ఇచ్చి బహూకరించినది. రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములనుండి బయటికి వచ్చు వికిరణములను వివిక్తముగా నిరూపించి వాటికి ($\alpha$) ఆల్ఫా, ($\beta$) బీటా, ($\gamma$) గామా కిరణములుఅని నామకరణము (చూ. పు. 199) చేసెను. 1919 లో నైట్రోజన్ పరమాణువును ఆల్ఫా ($\alpha$) కణాఘాతములకు గురిచేసి దానిని ఆక్సిజన్ పరమాణువుగ మార్చగలిగెను. ఇదియే మూల ద్రవ్య పరివర్తన ప్రయత్నములకు ఓంకారము. సాడీ విజ్ఞానితోపాటు, కొన్ని రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు హీలియమ్ వాయువును జనింపచేయునని 1902 లో ఇతడు ఆదేశించెను. అంతేకాక భూపృష్ఠమున ఉన్నరాళ్లలో ఇమిడియున్న హీలియమ్ వాయురాశి నిర్ణయించుట వల్ల ఆ రాళ్ల వయస్సును లెక్కగట్టుటకు ఒక పద్ధతిని ప్రసాదించెను. 1911 లో కేంద్రక పరమాణు ప్రతీకమును ఒకదానిని సూచించెను. (చూ. సమీక్ష - పు. 48, 51 - 52; న్యూట్రాన్‌లు-పు. 449). పి.వి.రా.



లార్డు ఎర్నెస్ట్ రూతర్‌ఫర్డు

**రూపాంతరత :** చూ. బహురూపత - పు. 503.

**రెనియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 75; సంకేతము Re; పరమాణుభారము 186·22; విశిష్టగురుత్వము 20·5; ద్రవాంకము 3167°C; క్వథనాంకము 5900°C; దీనిని 1925 లో నాడక్, టాకే, బెర్గ్ ప్రభుతులు కనుగొనిరి (చూ. మాంగనీస్ వర్గము పు. 531). * * *

**రెసిన్‌లు - జిగురులు :** చెట్లపై పురుగులు సంగ్రహించు ద్రవ్యములు, జిగురులు, చెట్లనుండి పైకి ఉబుకు నిస్సారములు. లక్కజాతికి చెందిన అంబరు, భూమిలో కప్పబడిన జంత్వవశేషములు (ఫాసిల్). ఈ జాతికి చెందిన ద్రవ్యములన్నియు, అతిక్లిష్ట రచనగల కార్బన్‌యౌగికములు. వాటిలో ఆల్కహాల్‌లు, ఆమ్లములు, ఎస్టర్‌లు, సుగంధసారములు ఉండవచ్చును. జిగురులు, నూనెరెసిన్‌లు, జిగురునూనె రెసిన్‌లు అని ప్రకృతిలో దొరకు రెసిన్‌లను వాటి స్వభావమునుపట్టి వర్గీకరించవచ్చును. సామాన్యముగా లభ్యమగు నూనెరెసిన్ దేవదారు వృక్షములనుండి బయటికివచ్చు నిస్సారము (బంక). దీనిని స్వేదించినచో టర్పెంటీన్ అను తైలము, రోసిన్ అను బంకలభ్యమగును.

బాల్సమ్ఫర్ వృక్షమునుండి ఉద్గతమగు రెసిన్‌కు ' కెనడా బాల్సమ్ ' అనిపేరు. మధ్య అమెరికాలోను, దక్షిణ అమెరికాలోను పెరుగు కొన్ని జాతులచెట్లనుండి ' కొపైబా రెసిన్ ' లభించును.

జిగురు రెసిన్‌లలో జిగురు ద్రవ్యములు, రెసిన్‌లతో కలిసి ఉండును. వీటిని నీటితో మర్దించినచో ఇమల్షన్‌లు ఏర్పడును. ఇవి సమగ్రముగా ఏ ద్రావణములోను కరగవు. కాని వాటి లోని కొన్ని భాగములు ఆల్కహాల్‌లోను, నీటిలోను కరగును. గాంబోజ్ అను పేరుగల జిగురు రెసిన్ సయామ్, కొచ్చిన్, చీనా దేశములలో పెరిగెడి చెట్ల యొక్క బంక. జిగురునూనె రెసిన్‌లో, బాష్పశీలములగు తైలములవంటి సుగంధసారములు, జిగురురెసిన్‌లు కలిసి ఉండును. మిర్ (బాలింతబోలు), ఇంగువ ఈ జాతికి చెందినవి. ఇవి కేవలము ఔషధములుగా వాడుకలో ఉన్నవి. గుగ్గిలము, సాంబ్రాణి మొదలగు ద్రవ్యములను ధూపములుగా వాడుదురు. అందువలన ఈ జాతిద్రవ్యము లకు మనవారు దశాంగధూపద్రవ్యములు అని పేరిడిరి.

కొన్ని రెసిన్‌లు పైని చెప్పినట్లు శిలీభూత జంత్వవశేషము (ఫాసిల్)లుగ దొరకునవిగలవు. కొన్ని వార్నిష్ లను తయారుచేయుటకు ఇవి ఉపయోజ్యములు. వార్నిష్ లను చేయుటకు పనికివచ్చు రెసిన్‌లలో కోపాల్ అను జాతివి చాల ప్రసిద్ధికెక్కినవి. ఖరీదుగల వార్నిష్‌లలో వాడుక గల కౌరీ జిగురు అను ఇంకొక రెసిన్ చాల ప్రశస్తమైన ద్రవ్యము; ఇది న్యూజీలండ్‌లో దొరకును. మాస్టిక్ అనునది ఇంకొక రెసిన్. ఇది బిందు ఆకారములో లభ్యమగును. దీనియొక్క చౌకరకము ఆఫ్ఘనిస్తాన్‌నుండి ఎగుమతియగు చున్నది. సాండరాక్, కోపాల్, లేదా లక్కతో కలిపి ప్రశస్తమైన స్పిరిటు వార్నిష్‌లను తయారు చేయుటకు దీనిని వాడుదురు. డి. ఎస్. ఎన్.

**రేడాన్ (ఎమనేషన్) :** రేడియోధార్మికత ఎక్కువగా గల రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 86; సంకేతము **Rn**; పరమాణుభారము 222 (స్థూలరాశి); దీనినే ' ఎమనేషన్ ' అనికూడ అందురు. దీని ఉనికిని 1900 లో ఫ్రీడ్రిష్ ఎర్న్‌స్ట్‌డోర్న్ కనుగొనెను. విశిష్ట గురుత్వము 0·00973$0^\circ$ C. వద్ద ద్రవాంకము $-71^\circ$C; క్వథనాంకము $-61{\cdot}8^\circ$C.

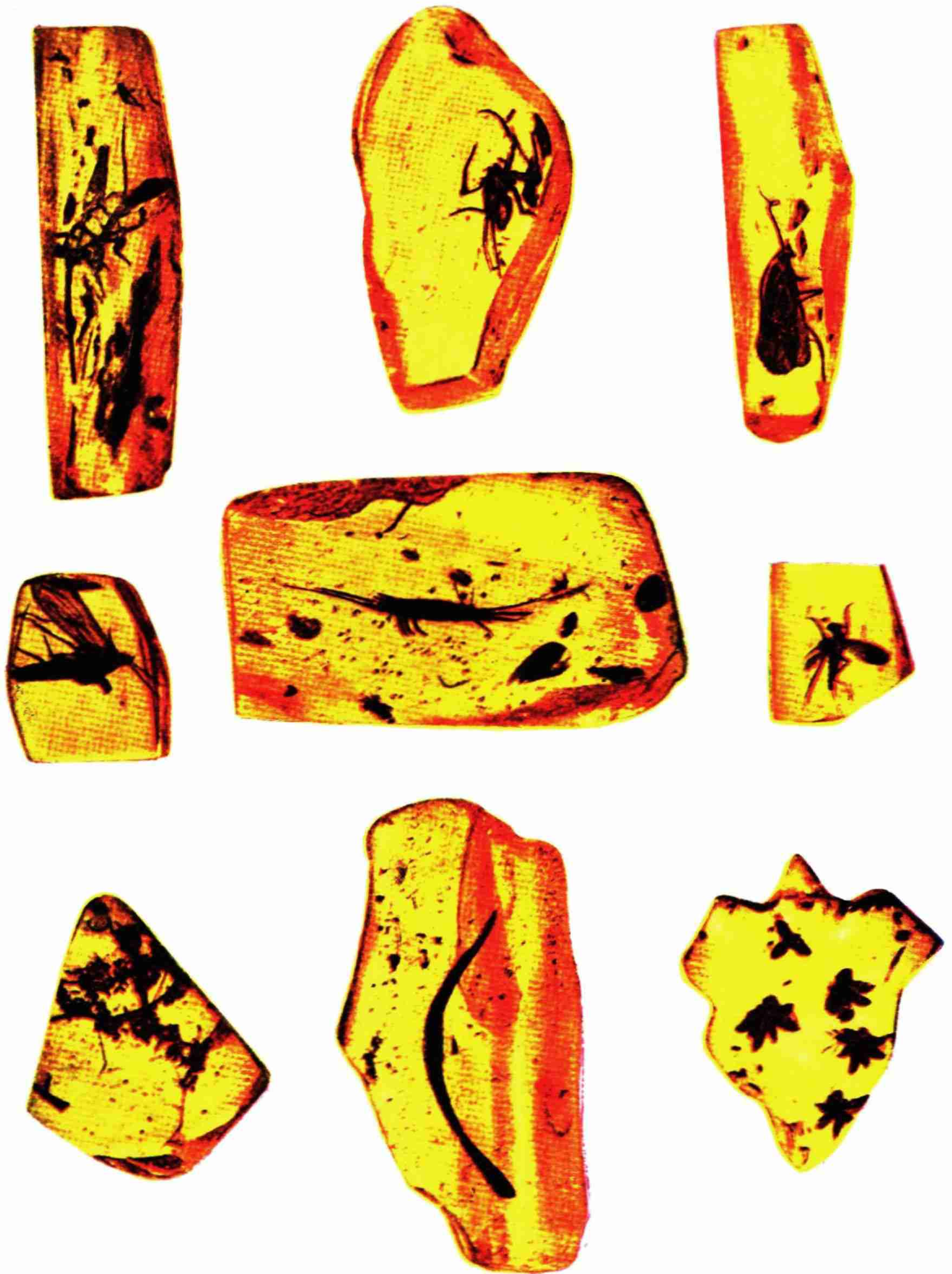
* * *

**రేడియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 88; సంకేతము Ra; పరమాణుభారము 226·05. రేడియమ్ విశిష్టగురుత్వము 5; ద్రవాంకము సుమారు 960°C ; క్వథనాంకము 1140°C ; దీని ఉనికిని 1898 లో క్యూరీ దంపతులు కనుగొనిరి. రేడియమ్ II a వర్గమునకు చెందిన ధాతువు. ఆవర్గములో ఇదిచివర ఉన్నది. యురేనియమ్ ఖనిజమునుండి 1898 లో దీనిని వేరుచేసి ఆవిష్కరించినవ్యక్తి మేరియాక్యూరీ (చూ. పు. 305). యురేనియమ్ ఖనిజములో ఇది అతి స్వల్పముగా దొరకును. ఒకటన్ను యురేనియమ్ ఖనిజములో 9 లేదా 10 మిల్లీ గ్రాముల కన్న ఇది ఎక్కువ ఉండదు.

ధాతుసాధన : యురేనియమ్ ఖనిజమగు పిచ్‌బ్లెండ్ నుండి యురేనియమ్‌ను వేరుచేయుటలో ఇది లభించును. ఖనిజమును గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించి, ఆ సారమును విస్తారము నీటితో కలిపి, బేరియమ్ క్లోరైడ్‌తో అవక్షేపింతురు. ఈప్రక్రియలో రేడియమ్ సల్ఫేట్ బేరియమ్ సల్ఫేట్‌తోపాటు అవక్షిప్తమగును. బేరియమ్ సల్ఫేట్‌తో రేడియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటిక సమరూపతను చూపును. దానివలె ఇదియు విలీనామ్లములో లీనము కాదు. ఈసల్ఫేట్ మిశ్రమును సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణముతో మరగించుటచే కార్బొనేట్‌గా మార్చుదురు. కార్బొనేట్‌లను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో విలీనముచేయగా వచ్చినద్రావణమును ఆంశికస్ఫటికీకరణము కావింతురు. చాల వరకు బేరియమ్ క్లోరైడ్ తొలగిపోయిన తర్వాత మిగిలిన రేడియమ్, బేరియమ్‌క్లోరైడ్ మిశ్రమును కార్బొనేట్‌లుగా మరల అవక్షేపింతురు. ఈ కార్బొనేట్ మిశ్రమును హైడ్రోబ్రోమిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించుటచే ఈ ధాతువులు బ్రోమైడ్‌లుగా మారును. రేడియమ్‌బ్రోమైడ్ బేరియమ్‌బ్రోమైడ్‌కన్న చాలతక్కువ ద్రావ్యత కలిగినది కనుక, ఈబ్రోమైడ్‌ల మిశ్రమును ఆంశిక స్ఫటికీకరణముచే ఇంచుమించుగా శుద్ధమైన రేడియమ్ బ్రోమైడ్ లభించును.

కాల్సియమ్ క్లోరైడ్‌నుండి కాల్సియమ్ ధాతువును ఎట్లు విద్యుత్‌విశ్లేషణ విధానమున తయారుచేయవచ్చునో రేడియమ్ ధాతువునుకూడ రేడియమ్‌క్లోరైడ్‌నుండి అట్లే సంపాదించ వచ్చును. ఇది పొటాసియమ్ అంత చురుకైన ధాతువు. రేడియమ్ లవణములలో హేలైడ్‌లు, నైట్రేట్, ఆసిటేట్ నీటిలో కరగును. రేడియమ్ సల్ఫేట్, బేరియమ్ సల్ఫేట్‌వలె అద్రావ్యము. సామాన్యముగా రేడియమ్ లవణములు బేరియమ్ లవణములుకన్న ఎక్కువ అద్రావ్యములు. రేడియమ్‌లవణములు బున్‌సెన్‌జ్వాలకు గాఢమైన ఎరుపురంగును ఇచ్చును. రేడియమ్‌ధాతువు, దానియౌగికములు సహజముగా ప్రబలమైన రేడియో ధార్మికత స్వభావము కలవి.

రేడియమ్ లవణముల ఖరీదు చాల ఎక్కువ. ఒక గ్రెయిను (0·0648 గ్రాము) రేడియమ్ బ్రోమైడ్ ఖరీదు



అంబరు : శిలీభవించిన చెట్టుజిగురు

ఇది ముఖ్యముగా బాల్టిక్ సముద్రతీరప్రాంతమందున్న లిగ్నైట్‌తో కలిసి దొరకుటయు, దానియందు కొన్ని కీటకకళేబరములు ఇరుకుకొని యుండుటయు ఇది వృక్షజమని రుజువుచేయుచున్నది.

Blank Page

రూ. 10,000 పైగా ఉండును. రేడియమ్ మిక్కిలి అరుదగుటయే ఇందుకు కారణము.

ఉపయోగములు : అనేకవ్యాధులలో రేడియమ్ ఉపయోగపడుచున్నది. ముఖ్యముగా పుట్టకురుపు (కేన్సర్) మొదలగు గడ్డురోగములు ఉపశమించుటకు రేడియమ్ సూదులను వాడుదురు (చూ. బిరిలియమ్ వర్గము - పు. 510).

బి. గో. కృ.

**రేడియో** : చూ. విద్యుత్ తరంగములు - నిస్తంత్రి.

**రేడియో ధార్మికత (సహజ)** : మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు చివర ఉన్నట్టియు, అత్యధిక పరమాణు భారములు కలిగియున్నట్టియు కొన్ని ద్రవ్యములు స్వభావముచే శక్తిమంతమైన కిరణములను పైకి వెలువరించు ధర్మమును కలిగియున్నవి. ఈ ధర్మము తొలుత యురేనియమ్, థోరియమ్, రేడియమ్, ఆక్టినియమ్ అను మూలద్రవ్యములందు కనుగొనబడినది. ఈ ధర్మమునకు సంబంధించిన పరిశోధనలు విజ్ఞానాభివృద్ధికి అమితముగా తోడ్పడినవి.

ప్రారంభపరిశోధనలు : క్రీ. శ. 1895 లో కాంతినిరోధక ద్రవ్యములగుండా ప్రయాణము చేయగల X-కిరణములను కనుగొనుటతో ఈ శాఖలోని పరిశోధనలు ప్రారంభమైనవని చెప్పవచ్చును. కేథోడ్‌కిరణ నాళములో ఋణాగ్రమునకు ఎదురుగానున్న నాళపుభాగము భాసించునపుడే నాళమునుండి పైకి X-కిరణములు వచ్చుచున్నవని రన్టజన్ (చూ. పు. 219) కనుగొనెను. దీనినిబట్టి ప్రతి భాసించు వస్తువుయును కిరణములను పైకి పంపునేమో అను ఊహ బెక్రెల్ విజ్ఞానికి తట్టినది. అతని పరిశోధనలు ఒకందుకు ప్రారంభింపబడినను ఇంకొక అద్భుతఫలితమునకు దారితీసినవి. నల్ల కాగితము చుట్టబడిఉన్న ఛాయాచిత్ర ఫలకమును నల్లబరచు సామర్థ్యము సూర్యరశ్మిలో ఉంచిన భాసనమగు యురేనియమ్ పొటాసియమ్ ఫాస్ఫేట్ అను యురేనియమ్ లవణమునకు కలదని గుర్తించెను. ఆ తరువాత జరిపిన పరిశోధనల మూలముగా ఆ లవణమే గాక ఇతర యురేనియమ్ లవణములు, యురేనియమ్ ధాతువుకూడ ఆధర్మమును కలిగియున్నవని తెలిసినది. సూర్యకాంతిలో ముందు కొంత కాలము ఉంచనక్కర లేకుండనే యురేనియమ్ యౌగికములు ఈ లాగున కిరణములను ఇచ్చుననియు, ఈ విషయమునకు, భాసనము (ఫాస్ఫొరెసెన్స్) (చూ. కాంతిభౌతికశాస్త్రము - పు. 160) నకు సంబంధములేదనియు రూఢి అయినది. ఈ క్రొత్త విషయమునకు 'రేడియోధార్మికత' అనిపేరు పెట్టిరి. యురేనియమ్ వలెనే వికిరణమును ఇచ్చెడి ఇతర రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు గాలిలోని అణువులను అయన్‌లుగా మార్చి గాలిని విద్యుద్వాహకముగా చేయునని తెలిసినది. విద్యుద్వాహకముగా మారిన గాలిలో నెలకొల్పబడిన విద్యుత్ ప్రవాహము ఉచితవిద్యున్మాపక సహాయముచే కొలుచుట వలన ద్రవ్యముయొక్క రేడియో ధార్మికతను కొలుచుట సాధ్యమయినది.

యురేనియమ్ విషయములో కాన్పించిన ఈ వింత ప్రవర్తనను బెక్రెల్ గుర్తించిన తరువాత మేరియాక్యూరీ ఇతర ద్రవ్యములు ఎవ్వియైన ఇటువంటి ప్రవర్తనను ప్రదర్శించునా అని పరిశీలన మొదలుపెట్టి థోరియమ్ అను ధాతువుకూడ ఇటువంటి ప్రవర్తనను ప్రదర్శించునని ఆమె మొట్టమొదటిలో తెలిసికొనగలిగినది. దీనిని స్వతంత్రముగా స్మిట్ అను జర్మను దేశీయుడుకూడ ఆ కాలము లోనే కనుగొనెను. ఆస్ట్రియా ప్రభుత్వపు కర్మాగారము నుండి యురేనియమ్ తీసివేయగా మిగిలిన ఖనిజద్రవ్యమును క్యూరీసతి జాగ్రత్తగా రాసాయనికముగా విశ్లేషించి అందుండి యురేనియమ్‌కన్న చాలరెట్లు అధికమగు రేడియోధార్మిక ధర్మమును కలిగియున్న ద్రవ్యమును విడతీసెను. ఆమె జన్మదేశము పోలండ్ అగుటచే ఈ ధాతువునకు 'పొలోనియమ్' అనిపేరు పెట్టినది. మిగిలిన ద్రవ్యమును చాల జాగ్రత్తగా విశ్లేషించగా 'రేడియమ్' అను మరిఒక క్రొత్తద్రవ్యము బయటపడినది. ఈ రేడియమ్ నకు గల రేడియోధార్మికత యురేనియమ్‌నకు గల రేడియో ధార్మికతకు 10 లక్షల రెట్లున్నది.

ఆ తరువాత ఇతర రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములు చాల కనుగొనబడినవి. డెబీర్న్, గీసెల్ అనువారు ఆక్టినియమ్‌ను, బోల్టువుడ్ అనునతడు అయోనియమ్‌ను, హాన్ అను విజ్ఞాని రేడియోథోరియమ్‌ను, మెసోథోరియమ్‌ను కనుగొనిరి.

రేడియోధార్మికద్రవ్యములనుండి వచ్చు వికిరణములను గురించి తీవ్రమైన పరిశోధనలు జరిగినవి. ఛాయాచిత్రఫలకములద్వారా క్రింది విషయములు తెలిసినవి. తమ మార్గమందున్న వాయువును అయనీకరించుట, విద్యుదావిష్టమైన ద్రవ్యముల ఆవేశమును అయనీకరణముద్వారా రద్దు చేయుట ; కొన్నికొన్నిద్రవ్యములను భాసనము పొందునట్లుగా చేయుట. వికిరణములనుగూర్చి రూతర్‌ఫర్డు, విల్లార్డ్ మొదలగువారు చేసిన పరిశోధనల మూలముగా రేడియోధార్మికద్రవ్యములనుండి వెలివడు వికిరణములు మూడు రకములైన కిరణములసముదాయమని తెలిసినది. వాటిని ఆల్ఫా ($\alpha$), బీటా ($\beta$), గామా ($\gamma$) (చూ. పు. 199) కిరణములు అందురు.

α (ఆల్ఫా) కిరణములు: యురేనియమ్, రేడియమ్‌వంటి రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు కొన్ని ధనవిద్యుదావేశముతో కూడిన ద్రవ్యకణములను అధికవేగముతో బహిర్గతము చేయును. ఆ కణములు గాలిలో కొద్దిసెంటీమీటరుల దూరమును దాటి వెళ్ళలేవు. వాటినే 'ఆల్ఫాకిరణములు' అందురు. వివిధద్రవ్యములనుండి వచ్చెడి ఆల్ఫాకణములు ఒకే ద్రవ్యరాశి కలిగియుండును. బహిర్గతమగుచున్నప్పుడు వానివేగము సెకనుకు సుమారు 100 మైళ్ళవరకు ఉండవచ్చును. ఒక ద్రవ్యమునుండి వెలువడు ఆల్ఫాకణములు ఆగిపోవులోపున ప్రయాణముచేయగల అవధిదూరము ఆ ద్రవ్యమునుబట్టి ఉండును. ఆ అవధిదూరము 3-11 సెంటీమీటరులమధ్య ఉండును. తరువాత జరిగిన పరిశోధనల మూలముగా, ఆల్ఫాకణముల అవధిదూరమునకు ఆ ద్రవ్యపు (ఇకముందు చెప్పబోవు) అర్ధజీవిత వ్యవధికి సంబంధము ఉన్నదని తెలిసినది. రేడియోధార్మికద్రవ్యమునుండి బహిర్గతమగుచున్న శక్తి చాలవరకు ఆల్ఫాకణములయందు ఉండును. అయనీకరణమునకూడ ఆల్ఫాకణములు చాలవరకు కారణము. ఈ కణములమార్గమును విద్యుత్ క్షేత్రసహాయమునగాని అయస్కాంత క్షేత్రసహాయమునగాని వంచవచ్చును (చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199 ; పటము). ప్రయోగములమూలముననే ఇవి కణసముదాయములని మొదట తెలిసినది. వీని ద్రవ్యరాశిని, విద్యుదావేశమును కనుగొనుటకు చేసిన ప్రయత్నముల మూలముగా ఇవి హీలియమ్‌పరమాణు కేంద్రకమంత బరువుకలిగి, ఎలక్ట్రాన్ విద్యుదావేశమునకు రెండింతలు పరిమాణము గల ధన విద్యుదావేశమును కలిగియున్నవని తెలిసినది. వేరువేరు ద్రవ్యములనుండి బహిర్గతమగు ఆల్ఫాకణములకు వేరువేరు వేగములు ఉన్నప్పటికిని ఒకే ద్రవ్యమునుండి బయలు వెడలిన కణములన్నిటికిని సాధారణముగా ఒకే వేగము ఉండునని తెలిసినది. కొన్ని ద్రవ్యములు మాత్రము రెండు భిన్నవేగములతో ఆల్ఫాకణములను బహిర్గతము చేయును. ఆల్ఫాకణములు సరళరేఖలో పోవుచు దారిలో ఉండు వాయువును అయనీకరించును. అవి కలుగజేయు అయనీకరణము ద్వారా వాని పోకను గుర్తింపవచ్చును. ఆల్ఫాకణముల ఉనికినిగుర్తించుటకు గైగర్ గణిత్రము (చూ. పు. 327) ఉపయోగములో ఉన్నది. జింకు సల్ఫైడ్ లేదా బేరియమ్ ప్లాటినోసైనైడ్ అను ద్రవములతో పూతపూయబడిన తెరమీద ఆల్ఫాకణములు పడినపుడు అవి తాకినచోట మెరుపు (స్కిన్‌టిలేషన్) ను కలుగజేయును.

ఆల్ఫాకిరణములు ద్రవ్యముగుండా పోవుచున్నప్పుడు అందులో కొన్ని చిన్నకోణముద్వారా వంగును. కొద్ది ఆల్ఫాకణములు మాత్రము ద్రవ్యములోని పరమాణు కేంద్రకములకు దగ్గరగా వచ్చుటవలన- పెద్దకోణము ద్వారా వంగును. ఈ శాఖలోని పరిశోధనలు కేంద్రక పరిమాణ విద్యుదావేశముగురించి తెలియజేసినవి. కేంద్రక నిర్మాణము గురించి తెలిసికొనుటకు ఇవే ఆధారమైనవి. పరమాణు విచ్ఛేదనములకును, పరమాణు నిర్మాణరహస్యములను తెలియజేయుటకును ఆల్ఫాకణములు ఉపయోగపడుచున్నవి.

β (బీటా) కిరణములు : రేడియోధార్మిక ద్రవ్య కేంద్రములనుండి వచ్చు తేలికయైన ద్రవ్యకణములే బీటా కిరణములు. ఇవి విద్యుత్ క్షేత్రములందును, అయస్కాంత క్షేత్రము లందును, ఆల్ఫాకణములకు ఎదురు దిక్కున వాటికన్న ఎక్కువగా వంగును (చూ. 199 పుటలోని పటము). ఈ సందర్భములో జరిగిన పరిశోధనలవలన ఇవి ఎలక్ట్రానులే నని తెలియవచ్చినది. ఆల్ఫాకణములకంటె ఈకణములకు సుమారు పదిరెట్లు ప్రవేశ సామర్థ్యము ఎక్కువ కలదు. ఇవికూడ వాయువులను అయనీకరించును. ఒక రేడియోధార్మికద్రవ్యమునుండి వచ్చు బీటాకణము లన్నియు ఒకేవేగము కలిగి ఉండక వేరువేరు కణములు వేరువేరు వేగములు కలిగి ఉన్నవి. ఎన్ని కణములు ఏవేగములు కలిగి ఉండును మొదలగు విషయములపై పరిశోధనలు జరిగినవి. ఒకద్రవ్యమునుండి వచ్చు బీటా కణములశక్తికి, ఆద్రవ్యపు అర్ధజీవితవ్యవధి గల సంబంధమును సార్జెంట్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. అర్ధజీవిత వ్యవధి తక్కువయినకొలది ఈశక్తి ఎక్కువగును. బీటాకణములను కూడ శక్తిమంతములుగచేసి పరమాణువిచ్ఛేదనములకు ఉపయోగింపవచ్చును.

γ (గామా) కిరణములు : ఇవి పైరెండింటివలె కణరూపములు కావు; అయస్కాంతవిద్యుత్ క్షేత్రములలో వంగవు. ఇవి కాంతి, X - కిరణములవంటి విద్యుదయస్కాంత స్పందనములు. ఇవి X - కిరణములకన్న అల్ప తరంగదైర్ఘ్యము, ఎక్కువ శక్తికలిగిఉండును. చాల దళసరి ధాతు దిమ్మలలో జొరబడి వెలువడుసామర్థ్యము గలవి. కేంద్రకమునుండి బీటాకణము వెలువడినతరువాత అందులోని కణములు తిరిగి సర్దుకొను సందర్భములో ఈకిరణములు వికిరింపబడును. రేడియోధార్మికద్రవ్యములు వైద్యచికిత్సయందు ఉపయోగింపబడుట γ కిరణముల మూలముననే.

పరమాణు విచ్ఛేదనము : రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములలో కొన్నిమాత్రము ఈ మూడురకముల కిరణములను ఇచ్చును. చాలద్రవ్యములు రెండురకముల కిరణములను

ఇచ్చును. ఈ రేడియోధార్మికతల మార్పులనుగురించి రూతర్ ఫర్డు, సాడీ 1902 లో ఒక సిద్ధాంతమును ప్రతి పాదించిరి. ఆ సిద్ధాంతప్రకారము రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యముల పరమాణువులు విచ్ఛిన్నమై అల్ఫా, బీటా, గామా కిరణములలో కొన్నిటిని ఇచ్చుచు క్రొత్తరకపు పరమాణువులలోనికి మారిపోవుచున్నవి. ఆ క్రొత్తరకము ద్రవ్యపుపరమాణువులుకూడ ఇట్లే మారును.

ఈమార్పు యాదృచ్ఛికముగా జరుగుచున్నది. ఈ విధముగా మొత్తము ద్రవ్యములోని ఏవో కొన్ని పరమాణువులు ప్రతిక్షణము బద్దలగుచుండును. కాని, ఏ ప్రత్యేక పరమాణువులు ఏ నిమిషములో బద్దలగునో చెప్పుటకు సూత్రములేమియు లేవు.

ఒకద్రవ్యములో ఒక సెకనుకు బద్దలగు పరమాణువులు వాటి సంఖ్యనుబట్టి ఉండును. ఆరెండును అనులోమ నిష్పత్తిలో ఉండును. ఆ రెండు సంఖ్యల నిష్పత్తిని విచ్ఛేదన స్థిరాంకము అందురు. ఈ స్థిరాంకపు మూల్యము ద్రవ్యమును అనుసరించి మారుచుండును. ఒక ద్రవ్యములోని పరమాణువులసంఖ్య ఆపరమాణువులు విచ్ఛిన్నమగుచుండుట వలన కొంతకాలమునకు సగమైపోవును. ఈకాలమును ఆ ద్రవ్యపు 'అర్ధజీవితవ్యవధి' అని అందురు. కొన్ని ముఖ్యమైన రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు వానికిరణములు, అర్ధజీవితవ్యవధులు దిగువ పట్టీలో ఈయబడినవి :

దిగువపట్టీలో : సం = సంవత్సరము ; రో = రోజులు ; వికిరణముల తరువాత ఈయబడిన అంకె ఆ కిరణముల శక్తిని మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులలో తెలియజేయును.

రేడియోధార్మిక వికిరణములు విస్తారమైనశక్తిని కలిగి ఉన్నవి. వీనికింతశక్తి వచ్చుటకు కారణము రేడియోధార్మిక విచ్ఛేదనములలో కొద్దిగా ద్రవ్యభాగము శక్తి క్రింద మారుటచేతనే అని తెలిసినది. రేడియోధార్మిక ద్రవ్య పరమాణువుల బరువును, అవి విచ్ఛిన్నమయిన తరువాత వచ్చిన పరమాణువుల బరువును సరితూచినచో అతిస్వల్పముగా ద్రవ్యము నష్టమైనదని తెలియును. అప్పుడు ఉద్భవించిన శక్తిని క్రింది సమీకరణమువలన లెక్కించవచ్చును:

శ = మ $\times$ వే$^2$ ($E = mc^2$)

అదియే రేడియోధార్మిక వికిరణములశక్తి.

పై సమీకరణములో 'శ' అనగా శక్తి (E), 'మ' అనగా అదృశ్యమైన ద్రవ్యరాశి (m), 'వే' అనగా కాంతివేగము (c).

రేడియోధార్మిక ద్రవ్యశ్రేణులు : సహజముగ రేడియోధార్మికతను చూపు ద్రవ్యములనన్నిటిని శాస్త్రజ్ఞులు జాగరూకతతో పరిశీలించిరి. ఆ ద్రవ్యములు ఒకదానినుండి ఇంకొకటి విచ్ఛిన్నమగుట వలన వచ్చునని తెలియుచున్నది. ఆ ద్రవ్యములన్నిటిని మొత్తము మూడు వరుసలలో ఏర్పరచ వచ్చును. మొదటివరుస యురేనియమ్ $^{238}$ పరమాణువుతో ప్రారంభించును. అది ఒక ఆల్ఫాకణమును బహిర్గతము చేయుచు, యురేనియమ్ $X_1$ గా మారును. ఇది ఒక బీటాకణమును బహిర్గతము చేయుచు యురేనియమ్ $X_2$ గా మారును. ఇది మరల రేడియోధార్మికతను చూపుచు ఇంకొక ద్రవ్యముగా మారును. ఇట్లు ఈ వరు

| పరమాణ్వంకము | రేడియోధార్మిక ద్రవ్యము | పరమాణుభారము | అర్ధజీవితవ్యవధి | వికిరణములు |
|---|---|---|---|---|
| 92 | యురేనియమ్ | 238 | $4.9 \times 10^9$ సం॥ | ఆల్ఫా (4.18) |
| 91 | ప్రోటాక్టినియమ్ | 231 | $3.2 \times 10^4$ సం॥ | ఆల్ఫా (5.05) ; గామా. |
| 90 | థోరియమ్ | 232 | $1.3 \times 10^{10}$ సం॥ | ఆల్ఫా (3.97) |
| 89 | ఆక్టినియమ్ | 227· | 13.5 సం॥ | ఆల్ఫా (5.0) |
| | | | | బీటా (0.22) |
| 88 | రేడియమ్ | 226 | 1590 సం॥ | ఆల్ఫా (4.79) |
| | | | | గామా (0.19) |
| 86 | రేడాన్ | 222 | 3.82 రో॥ | ఆల్ఫా (5.49) |
| 84 | పొలోనియమ్ | 210 | 140 రో॥ | ఆల్ఫా (5.3) ; గామా. |

అవిచ్ఛిన్నములు, శాశ్వతములు అని అంతకుముందు అనుకొనబడుచున్న పరమాణువులు చిన్నచిన్న ద్రవ్యకణములతో నిర్మితములు అనియు ప్రకృతిసిద్ధముగా యురేనియమ్‌వంటి పరమాణువులు కొన్ని విచ్ఛిన్నమగుచు, ద్రవ్యకణములను వదలిపెట్టుచు మారిపోవుచున్నవనియు రేడియోధార్మికత మూలముగా తెలిసినది.

సలో అనేకమైన మార్పులు రాగా చివరకు మరి మార్పుచెందని సీసము$^{206}$ లభించును. ఈ వరుసలోని మార్పులలో మొత్తము ఏడు ఆల్ఫాకణములు, నాలుగు బీటాకణములు వదలి పెట్టబడును. రేడియమ్, రేడాన్ పొలోనియమ్ మొదలైన ప్రసిద్ధ పరమాణువులు ఈ వరుసలోనే ఉన్నవి. రెండవ వరుస ప్రోటాక్టినియమ్$^{231}$తో

ప్రారంభమగును. అది ఆరు ఆల్ఫాకణములు, మూడు బీటాకణముల విడుదలతో మధ్య అనేకమార్పుల ద్వారా మరి మార్పుచెందని సీసము$^{207}$గా మారును. కాని, ఈ వరుసకూడ ఆక్టినో-యురేనియమ్$^{235}$ (యురేనియమ్ సమస్థానీయము) ఒక ఆల్ఫాకణమును, ఒక బీటాకణమును విడుదలచేయగా వచ్చిన ప్రోటాక్టీనియమ్ నుండి లభించును. కనుక ఈ వరుసను మొదటి వరుసలో ఒకప్రక్క వరుసగనే భావింపవచ్చును. మూడవవరుస తోరియమ్$^{232}$తో ప్రారంభమగును. అందు క్రమముగా మార్పులు రాగా ఆరు ఆల్ఫాకణములను, నాలుగు బీటా కణములను మొత్తముమీద బహిర్గతముచేసిన తోరియమ్, మార్పుచెందని సీసము$^{208}$గా మారును.

82 పరమాణ్వంకము గల సీసముయొక్క సమస్థానీయములు కొన్నియు, 83 పరమాణ్వంకముగల బిస్మత్తు సమస్థానీయములు కొన్నియు, 84 నుండి 92 వరకు పరమాణ్వంకము గల మూలద్రవ్యములు, వాని సమస్థానీయములు సహజరేడియోధార్మికతను కలిగిఉన్నవి.

**భూమివయస్సు :** ఖనిజములలోని యురేనియమ్ మార్పులు పొందుచున్నపుడు లభించిన హీలియమ్‌యొక్క (ఆల్ఫాకణముల వలన) పరిమాణమును తెలిసికొనుటచే, ఆ యురేనియమ్ ఎంతకాలమునుండి మార్పుచెందు చున్నదియు నిర్ణయించవచ్చును. ఇటువంటి లెక్కలవలన యురేనియమ్ ఖనిజముల వయస్సు సుమారు 200 కోట్ల సంవత్సములని తేలినది. దీనినిబట్టి భూమివయస్సు అధమము 200కోట్ల సంవత్సరములని నిశ్చయింపవచ్చును.

**రేడియోధార్మిక ఖనిజములు :** సహజ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములకు మూలములు యురేనియమ్, తోరియమ్ ఖనిజములు. యురేనియమ్‌తో కూడిన పిచ్ బ్లెండ్ ఖనిజము చెకోస్లోవాకియా లోను, బెల్జియన్ కాంగో లోను, కార్న్‌వాల్ లోను, కెనడా లోను దొరకును. యురేనియమ్ యౌగికము ఇంకొకటి యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోని కొలరేడో లోను, నార్తుకేరోలినా లోను ఎక్కువగా దొరకును. పోర్చుగల్ లోను, ఇంగ్లండులోను యురేనియమ్‌ఫాస్ఫేట్ దొరకు చున్నది. 15% యురేనియమ్‌ను కలిగిఉన్న సమర్ స్కైట్ ఖనిజము రష్యాలోను, భారతదేశములోను యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను లభించును.

మోనజైట్ అను ద్రవ్యముతో కలిసి 10% తోరియమ్, కొద్దిగా యురేనియమ్ గల ఖనిజము భారతదేశములో (ముఖ్యముగా కేరళ సముద్రతీరములోను), బ్రెజిల్ లోను, యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లోను దొరకును. తోరియమ్ సిలికేట్‌లు కొన్ని నార్వేలోను, బెల్జియన్ కాంగోలోను దొరకును. సిలోన్‌లో తోరియనైట్‌లు దొరకును; మోనజైట్ కూడ మంచి స్ఫటికములుగా దొరకును.

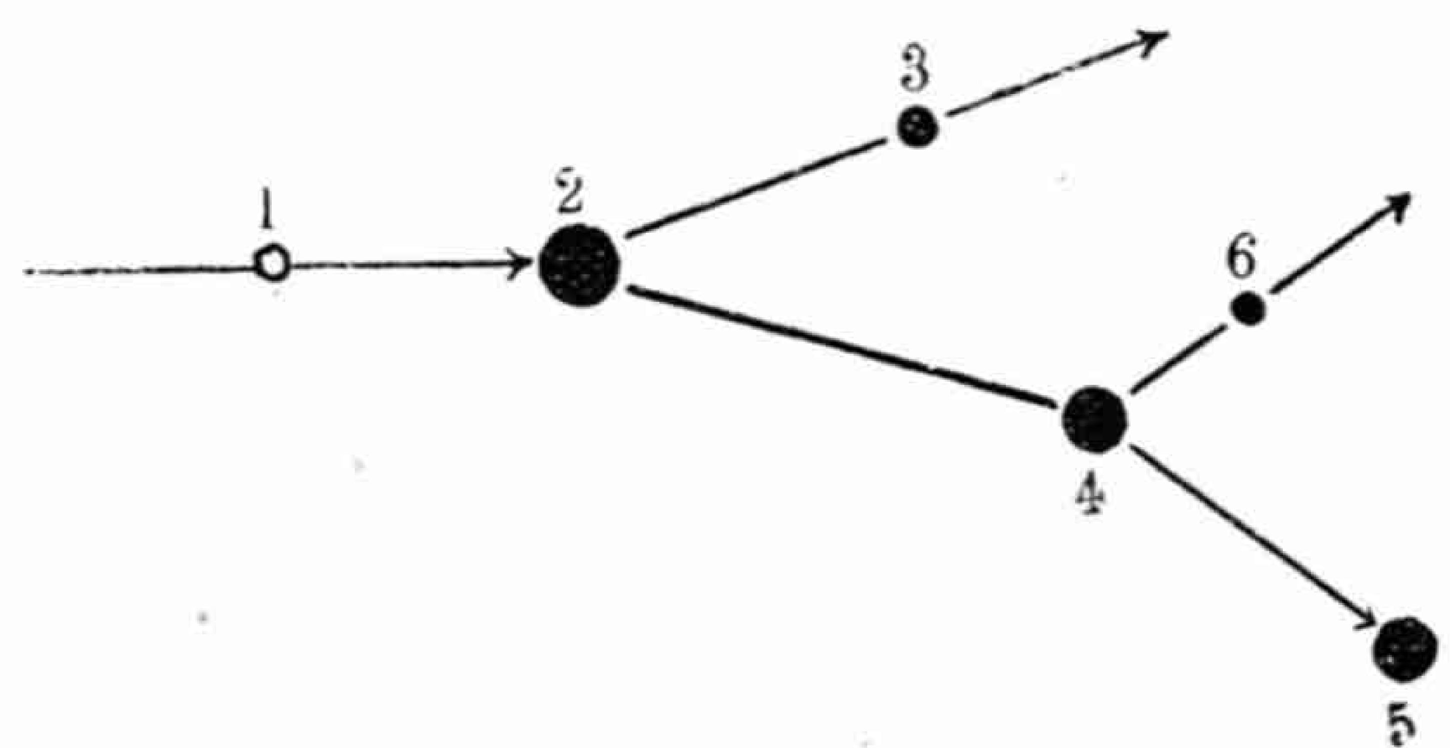
**ఉపయోగములు :** రేడియోధార్మిక వికిరణములు పుట్టకురుపు (కేన్సర్)లను నశింప చేయుటకు, వ్రణములను మాన్పుటకు ఈ శతాబ్ది ప్రారంభమునుండికూడ ఉపయోగపడినవి. రేడియమ్‌ను వైద్యములో ఉపయోగించుటకు 'రేడియమ్ తెరపీ' అని పేరు.

సహజమైన రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు పరమాణు శక్తి సాధనలో ఉపయోగింపబడు అవకాశములు గలవై ప్రతిదేశములోను ప్రస్తుతము ప్రభుత్వపు అధీనమునందు ఉన్నవి. [చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199 ; ఆటంబాంబు- పు. 167; రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ)] డి.వి.వి.ఎస్.నా.

## రేడియోధార్మికత (కృత్రిమ) :

ఒక పరమాణువు తనంతటతాను విచ్ఛిన్నమగుచు చిన్న ద్రవ్యకణములను ప్రసరింప చేయుచు, మార్పులు చెందు నపుడు అది సహజ రేడియోధార్మికతను ప్రదర్శించినదని అందురు. ప్రకృతిలో దొరకని రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములను కృత్రిమముగా పరిశోధనాగారములో ఉత్పత్తిచేయుపద్ధతి 1934 లో ఐరీన్ క్యూరీ, ఫ్రెడరిక్ జోలియో అను ఫ్రెంచ్ విజ్ఞానదంపతులు తొలిసారిగా కనుగొనిరి. ఇవి కూడ యురేనియమ్, రేడియమ్‌వలెనే యాదృచ్ఛికముగ విచ్ఛిన్నమగు గుణము కలిగియున్నవి. ఇవి ప్రదర్శించు ధర్మమును కృత్రిమ రేడియోధార్మికత అందురు.

మూలద్రవ్యముల పరమాణు కేంద్రకములు సాధారణముగ స్థిరముగ ఉండును. రేడియోధార్మిక ద్రవ్యముల కేంద్రకములుమాత్రము యాదృచ్ఛికముగ మారును. ఒక మూలద్రవ్యపు పరమాణు కేంద్రకమును శక్తిమంతములైన ఆల్ఫాకణములతోనో, ప్రోటాన్‌లతోనో, న్యూట్రాన్‌లతోనో ఘట్టించి ఛేదించవచ్చునని తెలిసినది. మొదటిలో ఒకరకపు పరమాణువులను ఛేదించగా అవి మార్పుచెంది



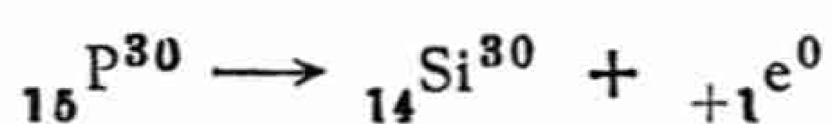

అల్యూమినియము పరివర్తనము.
1. α-కణము; 2. అల్యూమినియముపరమాణువు; 3. న్యూట్రాన్; 4. భాస్వర సమస్థానీయము; 5. సిలికన్ సమస్థానీయము; 6. పాజిట్రాన్.

ఇంకొక రకపు పరమాణువులుగా మారినవి. మార్పుతో వచ్చిన ఈ క్రొత్త రకపు పరమాణువులు స్థిర కేంద్రములుగా ఉండెడివి. 1919-34 సం॥ల మధ్య శాస్త్రజ్ఞులు అటువంటి మార్పులకు సంబంధించిన ప్రయోగములను ఎన్నింటినో చేసిరి. ఐరీన్ క్యురీ, ఫ్రెడరిక్ జోలియో 1934 లో శక్తిమంతమైన ఆల్ఫాకణములతో అల్యూమినియము పరమాణువులను ఘట్టించిరి. కొన్ని అల్యూమినియము పరమాణువులు భాస్వరము (ఫాస్ఫరస్) సమస్థానీయములుగా మారినవి (చూ. పటము - పు. 602).



$${}_{13}Al^{27} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{0}n^{1} + {}_{15}P^{30}$$

ఇదికూడ అంతకుముందు వచ్చిన మార్పులవంటిదే అయినచో ఈ క్రొత్తగావచ్చిన పరమాణువు స్థిరముగా ఉండవలెను. కాని, ఈ మార్పులో ఒక ఆశ్చర్యకరమైన విషయము తెలిసినది. క్రొత్తగావచ్చిన భాస్వరపుసమస్థానీయము స్థిరముగా ఉండక యాదృచ్ఛికముగ విచ్ఛేదనమును చెందుచు సిలికన్‌సమస్థానీయముగా మారును (చూ. పటము - పు. 602).



$${}_{15}P^{30} \longrightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{+1}e^{0}$$

ఈ సందర్భములో అది విడుదలజేయు ద్రవ్యకణము ఎలక్ట్రాన్‌కు ఉన్నంత ద్రవ్యరాశియు, విద్యుదావేశమును కలిగియుండు ధనవిద్యుత్కణము. దీనికి 'పోజిట్రాన్' అని పేరు. కాని, ఎలక్ట్రాన్‌వలె ఋణావేశమునుకాక పోజిట్రాన్ ధనవిద్యుదావేశమును కలిగియుండును. పైవిధమున మారుటలో భాస్వరపు సమస్థానీయము 'కృత్రిమ రేడియోధార్మికత'ను ప్రదర్శించినదని అందురు. ఈ మార్పు శాస్త్రప్రపంచములో గొప్పసంచలనమును కలుగజేసినది. ఇటువంటి కృత్రిమ రేడియోధార్మికత ద్రవ్యములను ఇంకను కనుగొనుటకు కృషి చాలతీవ్రముగ జరిగినది. కృత్రిమ రేడియోధార్మికతను చూపుచు అస్థిరముగా ఉండు పరమాణువులను సుమారు 500 రకములను 1947 సరికే ఇట్టి పరిశోధనలమూలముగా శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ప్రతి మూలద్రవ్యమునకు అధమము ఒక్క కృత్రిమ రేడియోధార్మిక సమస్థానీయమైనను కలదు.

**కృత్రిమ రేడియోధార్మిక విచ్ఛేదనములు:** కృత్రిమ రేడియోధార్మికతను చూపు ద్రవ్యములలో జరుగు మార్పులు గుర్తించదగినవి. ప్రకృతిలో రేడియోధార్మికతను చూపు ద్రవ్యములు ఆల్ఫాకణములను, బీటాకణములను, గామాకిరణములను బయటకు పంపును (చూ. ఆల్ఫాకణములు - పు. 199). కృత్రిమ రేడియోధార్మిక ద్రవ్యములు ఎలక్ట్రాన్‌లనుగాని, పోజిట్రాన్‌లనుగాని బయటకు పంపును. కృత్రిమ రేడియో ధార్మిక ద్రవ్యములలో సుమారు మూడవవంతు ఎలక్ట్రాన్, పోజిట్రాన్‌లను ద్రవ్యకణములను మాత్రమే వెలువరించును. మిగిలినవి వాటితో పాటు గామా కిరణములనుకూడ వెలువరించును. కేంద్రకములలో ఒక న్యూట్రాన్ ప్రోటాన్‌గాను, ఎలక్ట్రాన్‌గాను మారుట ఆ ఎలక్ట్రాన్ బహిర్గతమగుట జరుగవచ్చును; లేదా ఒక ప్రోటాన్ న్యూట్రాన్‌గాను, పోజిట్రాన్‌గాను మార్పుచెంది ఆ పోజిట్రాన్ బహిర్గతమగుట జరుగవచ్చును. సాధారణముగ ఈ రెండు రకముల మార్పులే జరుగును. ఎలక్ట్రాన్ బహిర్గమనము సులువుగా జరుగగలదు. కాని, కేంద్రకమునుండి పోజిట్రాన్‌ను వెళ్లగొట్టుటకు ఒక మిలియను ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తి ఆవశ్యకము. కేంద్రకమునకు విద్యుదావేశము ఎక్కువయై పోజిట్రాన్‌ను విడుదలచేయవలసిన అవసరము ఉండియు పోజిట్రాన్ బహిర్గమనమునకు కావలసినశక్తి ఆ మార్పులో లేనపుడు పోజిట్రాన్ బహిర్గమనమునకు బదులు కేంద్రకముచుట్టు 'K' పొరలో పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకముచే గ్రహింపబడవచ్చును. ఇటువంటి మార్పులు సాధారణములు కావు. కాని, అప్పుడప్పుడు జరుగుటకు అవకాశము ఉన్నది. సహజ రేడియోధార్మికత (చూ. పు. 599) లోని మార్పులకు సంబంధించిన సూత్రములే కృత్రిమ రేడియో ధార్మికతలోని మార్పులకు కూడ వర్తించును. కేంద్రకము నుండి బహిర్గతమైన కణము యొక్క గరిష్ఠశక్తికి, ఆ ద్రవ్యపు అర్ధజీవిత వ్యవధి సహజరేడియోధార్మికతలోని సంబంధమే వర్తించును.

**పరమాణువుల ఉత్పత్తి:** ఆల్ఫాకణముగాని, ప్రోటాన్‌గాని, డోయిట్రాన్‌గాని ఒక స్థిరమైన కేంద్రకమును ఢీకొని ఒక న్యూట్రాన్‌ను విడుదలచేసినప్పుడు ఆ కేంద్రకము అస్థిరమగును లేదా, ఒక ప్రోటాన్‌ను గ్రహించినపుడుకూడ ఆ కేంద్రకము అస్థిరము కావచ్చును. ఈ నాలుగు సందర్భములలోను లభ్యమగు అస్థిర కేంద్రకములకు విద్యుదావేశము ఉండవలసినదానికన్న ఎక్కువ ఉండును. కనుక అది పోజిట్రాన్‌ను బహిర్గతముచేయుచు స్థిరమైన మూలద్రవ్య కేంద్రకముగా మార్పుచెందును. న్యూట్రాన్ ఒక కేంద్రకమును ఢీకొని దానిచే గ్రహించబడినపుడు లేదా కేంద్రకమునుండి ప్రోటాన్‌నుగాని, ఆల్ఫాకణమునుగాని, న్యూట్రాన్‌నుగాని విడుదలచేసినపుడు లేదా ఒక కేంద్రకమునుండి ప్రోటాన్‌ను, డోయిట్రాన్‌ను విడుదల చేసినపుడుకూడ కేంద్రకము అస్థిరము కావచ్చును. ఈ సందర్భములలో కేంద్రక ధనవిద్యుదావేశము తక్కువగుట మూలమున అది ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను

బహిర్గతము చేయును. శక్తిమంత మయిన గామా కిరణములను కేంద్రకము మీదకు పంపినపుడు కూడ కొన్ని పరమాణువులు రేడియో ధార్మిక ధర్మములను పొందును. డి. ఏ. ఏ. ఏస్. నా.

**రోడియమ్** : రాసాయనిక ధాతు మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 45 ; సంకేతము Rh ; పరమాణుభారము 102·91 ; విశిష్టగురుత్వము 12·44 ; ద్రవాంకము 1960° C. దీని ఉనికిని 1803 లో వూలాస్టన్ కనుగొనెను. * * *

**లవే, మాక్స్ ఫాన్** (జననము 1879) : జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. స్ట్రాస్‌బర్గ్, గాటింజన్, మ్యూనిక్ విద్యాసంస్థలలో విద్య పూర్తి అయిన తరువాత మ్యూనిక్ విద్యాలయములో ఆచార్యుడుగా కొన్నాళ్ళు పనిచేసెను. ఇట్టి ఆచార్యత్వమును పలు సంస్థలలో నెరపి చివరకు 1919 లో బెర్లిన్ సైద్ధాంతిక భౌతికవిజ్ఞానసంస్థకు డైరక్టరుగా నియమితుడు అయ్యెను. X-కిరణ విక్షేపణము వలన కలిగిన ఛాయాచిత్రముల పరిశీలన వలన స్ఫటిక రచనను అనుశీలించు పద్ధతి ఈతని ఉపజ్ఞయే. స్ఫటికములు X-కిరణములకు జాలకముగా ఉపయోగించుటచే ఈయన రెండు మహత్తర భౌతికశాస్త్రవిషయములను వెల్లడించగలిగెను. మొదటిది : X-కిరణములుకూడ సామాన్య కాంతి కిరణములవలె తరంగరూపములని నిర్దేశించుట ; రెండవది : స్ఫటికములందు, జాలకములందు రేఖలవలె స్ఫటికఘటకముల క్రమ రచనను నిరూపించుట. 1914 లో ఈయనకు భౌతికశాస్త్ర నోబెల్ బహుమతి లభించినది. వం. స. నా.

**లాక్టోస్** : చూ. కార్బొహైడ్రేట్‌లు - పు. 285.

**లాజ్, ఆలివర్** (1851 - 1940) : లండన్ యూనివర్సిటీ కాలేజీలో చదువు పూర్తిచేసి, మొదట బెడ్‌ఫర్డ్ స్త్రీలపాఠశాలలో ఉపాధ్యాయుడుగా చేరెను. తరువాత యూనివర్సిటీకాలేజీలో వినియుక్త గణితశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడై, లివర్‌పూల్ యూనివర్సిటీలో మొదటి భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగ ఆహూతుడైనాడు. తరువాత బర్మింగ్‌హామ్ యూనివర్సిటీకి అధ్యక్షుడు అయ్యెను. రేడియో విజ్ఞానమునకు ఈయన ప్రాథమిక పరిశోధనలే బీజములు. విద్యుదయస్కాంత వికిరణ స్వభావము, ఈథర్ ప్రవాహము, మెరుపు - ఈ విషయములు అన్నియు ఈయన పరిశోధన విషయములైనవి. కోహిరర్ అను రేడియోతరంగ సూక్ష్మసంగ్రాహక పరికరము ఒకదానిని సృజించెను. కె. గె.

**లాన్గ్‌మ్యూర్, ఇర్వింగ్** (జననము 1881) : మొదట కొలంబియాలో తరువాత గాటింజన్‌లో విద్యనభ్యసించి, ఉపాధ్యాయవృత్తిని కొన్నాళ్లు అవలంబించి, దానిని విడిచి 'జనరల్ ఎలక్ట్రిక్ కంపెనీ' నూతనాన్వేషణ శాఖలో ప్రవేశించెను (1909 - 50).

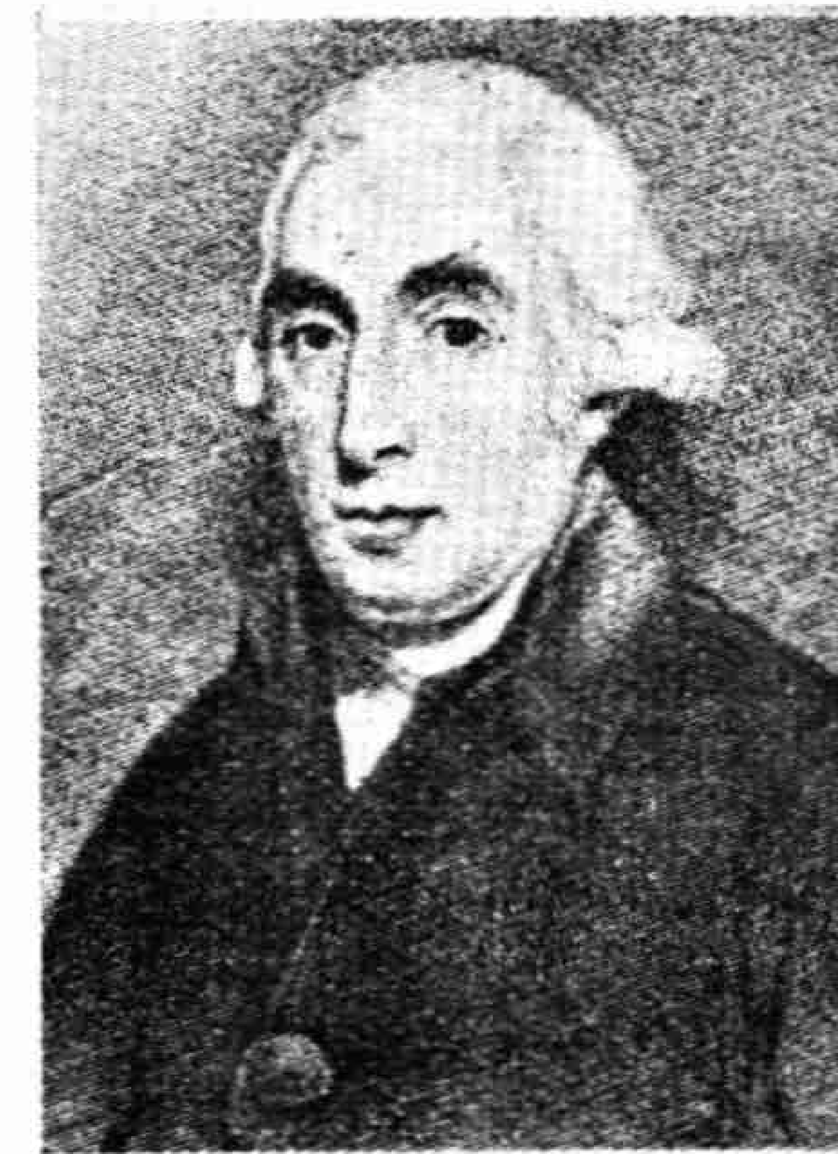
తలరాసాయనికశాస్త్ర పరిశోధనలకై ఈతనికి 1932లో నోబెల్ బహుమానము లభ్యమైనది. నైట్రోజన్‌తో నింపిన టంగ్‌స్టన్ విద్యుత్‌దీపము, ధాతువులను అతుకుట, హైడ్రోజన్ పరమాణు ధమనజ్వాల ఈయన ఉపజ్ఞములే. అత్యధిక శూన్యమును సృజించగల పాదరస సాంద్రీకరణ పరికరమును ఒకదానిని ఈయన నిర్మించెను. మొ.హ.రా.

**లారెన్స్, ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండో** (జననము 1901) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. 1928 లో కాలిఫోర్నియా యూనివర్సిటీ యందు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. 1930 లో మొదటి సైక్లోట్రాన్ ను నిర్మించి దానితో మూలద్రవ్య పరివర్తనములు, కృత్రిమ రేడియో ధార్మికత - ఈ విషయములను పరిశోధించెను. ఈ పరిశోధనలకై 1939 లో నోబెల్ భౌతికశాస్త్ర బహుమతి ఈయనకు ఒసగబడినది. కె. ల.



ఎర్నెస్ట్ ఆర్లాండో లారెన్స్

**లావ్వాజ్యే, అంటూనీ లారెన్ట్** (1743 - 94) : ప్యారిస్‌నగరమున జన్మ. ఇరువదియైదేండ్ల వయస్సులో ఎకాడమీ ఆవ్ సైన్సెస్‌లో నియుక్తుడైనాడు. తన నాడు ప్రచారములో ఉన్న జ్వలన (ప్లోజిస్టాన్) సిద్ధాంతముల దోషములను కనిపెట్టి సమంజస జ్వలన సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. రాసాయనిక మూలద్రవ్యముల నిశిత ప్రాయోగిక నిర్వచనమును ఇచ్చుటలో ఈతడు ప్రథముడు.



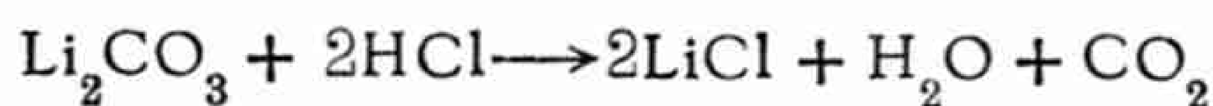
అంటూనీ లారెన్ట్ లావ్వాజ్యే

ఈతని అప్రతిమానసర్వతోముఖ ప్రతిభ ఈతనికి ప్రభుత్వ రంగమందు అధికారపదవుల తెచ్చిపెట్టి ఈతని జీవితమునకే ముప్పు తెచ్చినది. విప్లవ ప్రభుత్వోద్యోగులు ఈతని మహత్త్వము గుర్తెరుంగక 1792 లో ఈతని అధికార పద భ్రష్టునిగావించి మరి రెండుపండ్ల తరువాత ఉరితీసిరి. ప్రసిద్ధ గణిత శాస్త్రవేత్తయగు లాగ్రాంజ్, ఈ పాశవప్రక్రియను ఏవగించుకొని "ఒక తృటిలో ఈ మహామహుని తల తెగ గొట్టిరి. ఈతని సముని శతాబ్దకాలమునకైన కానలేము" అని విప్లవకారులను గర్హించెను. ఆక్సిజన్ ఉనికిని కనుగొన్న కీర్తి షీలేకు లభించినను లావాజ్యేకు, ప్రీస్ట్లీకిని కూడ అందు ముఖ్యపాత్ర కలదు. 'ఆక్సిజన్' అని నామకరణము చేసిన ఖ్యాతి లావ్వాజ్యేకు లభించినది. నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్కయు, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ యొక్కయు సంఘట్టన కనుగొని 'జలవాయువు' (వాటర్ గాస్) ను తయారు చేసెను. మే. వ. న.

**లితియమ్:** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 3; సంకేతము Li; పరమాణుభారము 6.94 విశిష్టగురుత్వము 0.534; ద్రవాంకము 186°C. క్వథనాంకము 1400° C. దీని ఉనికిని 1828 లో జోహాన్ ఆగస్ట్ ఆర్ ఫెడ్సన్ కనుగొన్నాడు.

ప్రాప్తి: ప్రకృతియందు లితియమ్ అరుదుగ ఉన్నది. ధాతురూపమున దొరకదు. సోడియమ్ సిలికేట్‌తోను, పొటాసియమ్ సిలికేట్‌తోను లితియమ్ సిలికేట్ కొలదిగా కలిసి ఉండును. లితియమ్ ఖనిజములలో ముఖ్యమైనవి: 1. లెపిడొలైట్ లేదా లితియమ్ అభ్రకము $(Li, K, Na)_2$, $Al_2(SiO_3)_3(F,OH)_2$; 2. పెటలైట్ $LiAl(Si_2O_5)_2$.

ధాతు సాధన: లెపిడొలైట్‌నకుగాని, పెటలైట్‌నకుగాని బేరియమ్ కార్బొనేట్‌ను కలిపి ఈ మిశ్రమును ద్రవీభవించినచో లితియమ్ కార్బొనేట్ ఏర్పడును. ఈ ద్రవ్యమును చల్లార్చి సజలహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌నందు కరగించి, లభించిన ద్రావణమును వడపోసి పూర్తిగా ఇగురపెట్టుదురు. ఇప్పుడు ఏర్పడిన శేషమును సారాయిలో కరగింతురు.



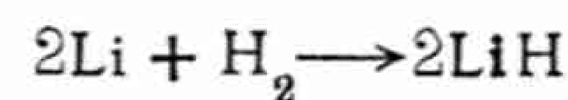
$$Li_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2LiCl + H_2O + CO_2$$

లితియమ్ క్లోరైడ్ సారాయిలో కరగును. సారాయి ద్రావణమును మరల ఇగురపెట్టినచో పరిశుద్ధమైన లితియమ్‌క్లోరైడ్ లభించును. దీనిని ద్రవీభవించి విద్యుత్కరణము చేసిన లితియమ్‌ధాతువు ఏర్పడును.

ఉపయోగములు: లితియమ్‌నకు ధాతురూపమున ప్రత్యేకించి ఉపయోగములు కానరావు. దానిధాతుమిశ్రములు విశేషముగా ఉపయోగపడునని పొడగట్టుచున్నది. 1%నకు తక్కువగా లితియమ్‌కల జింకు - అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రము మెత్తని ఉక్కుకంటె స్థితిస్థాపకతయు, పటుత్వమును అధికముగ కలిగియుండుటచేతను, తేలికయగుటచేతను విమాననిర్మాణమునకు ఉపయోగపడుచున్నది. లితియమ్-సీసము ధాతుమిశ్రమును విద్యుత్ తంత్రుల జంటలనుంచు ఒరలను జేయుటకు వాడుదురు.

యౌగికములు: ఇవి సోడియమ్ యౌగికములను, పొటాసియమ్ యౌగికములను అన్ని విషయముల పోలియుండును. కాని లితియమ్ కార్బొనేట్, ఫాస్ఫేట్, ఫ్లోరైడ్ మాత్రము వాటికి విరుద్ధముగా నీటిలో అతిస్వల్పముగా కరగును. ఈ గుణములు ఆవర్తక్రమములో మగ్నిషియమ్‌తో దీనికిగల ఐమూల సంబంధమును విశదపరచుచున్నవి (చూ. బోరాన్-పు. 514; సిలికన్)

లితియమ్ హైడ్రైడ్ (LiH): లితియమ్‌ను హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించినప్పుడు ఇది ఏర్పడుచున్నది:



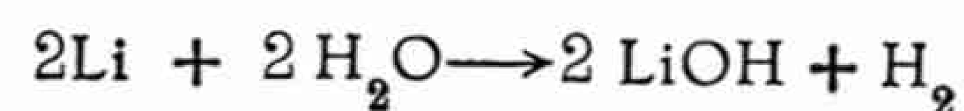
$$2Li + H_2 \longrightarrow 2LiH$$

ద్రవరూపమున ఉన్న లితియమ్ హైడ్రైడ్‌ను విద్యుత్కరణము గావించినచో హైడ్రోజన్ ధనధ్రువము వద్ద వెలువడును; ఇది ఒకవిశేషము. ఏలన సర్వసాధారణముగా ఇది ఋణధ్రువము వద్దనే వెలువడును. లితియమ్ హైడ్రైడ్‌ను నీటితో కలిపిన హైడ్రోజన్ వచ్చును:



$$LiH + H_2O \longrightarrow LiOH + H_2$$

**లితియమ్ ఆక్సైడ్, $Li_2O$ లితియమ్ హైడ్రాక్సైడ్:** లితియమ్ ధాతువు నీటిని విశ్లేషించి లితియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (LiOH) ను ఇచ్చును:



$$2Li + 2H_2O \longrightarrow 2LiOH + H_2$$

లితియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌ను వేడిచేసినచో లితియమ్ ఆక్సైడ్ లభించును. ఇందు గుర్తింపదగు విషయము సోడియమ్, పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్‌లవలెగాక ఇది వేడివలన వియోగము చెందును.

**లితియమ్ లవణములు:** లితియమ్ ఖనిజములను గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో ఇగురబెట్టి వచ్చిన శేషమును నీటితో సారము తీసినచో నీటిలో సిలికా కరగక మిగిలియుండును. ఇట్లు ఏర్పడిన ద్రావణమును వడపోసి దానికి సోడియమ్ కార్బొనేట్ విశేషముగా కలిపినచో లితియమ్ కార్బొనేట్ అవక్షిప్తమగును. దీనిని కావలసిన ఆమ్లములలో కరగించి వేర్వేరు లితియమ్ లవణములను ఉత్పత్తి చేయవచ్చును; లేదా ఖనిజములకు బేరియమ్ కార్బొనేట్‌తోకలిపి వేడిచే ద్రవీభవించినను లితియమ్‌కార్బొనేట్ ఏర్పడును.

లిథియమ్ క్లోరైడ్ ($LiCl$): ఖనిజముల నుండి లిథియమ్ ధాతువును వేరుచేయునపుడు ఇది తయారగును. లవణము లన్నిటిలోను ఇది మిక్కిలి చెమ్మగిల్లెడు స్వభావము గలది.

లిథియమ్ ఫాస్ఫేట్ ($Li_3PO_4$): కాల్సియమ్ మగ్నీషియమ్ ఫాస్ఫేట్‌లవలెనే ఇది నీటిలో కరగదు. లిథియమ్ ద్రావణములకు సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ కలిపినచో ఇది అవక్షిప్తమగును.

లిథియమ్ కార్బొనేట్ ($Li_2CO_3$): దీని ఉత్పత్తి విషయము ఇదివరకే తెలుపబడినది. ఇది మిగిలిన క్షారధాతువుల కార్బొనేట్‌లవలెగాక నీటిలో అతిస్వల్పముగా కరగును. 800° C వద్ద లిథియమ్‌ఆక్సైడ్‌గను, కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌గను వియోగము చెందును. ఇది మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్‌లను పోలియుండును. మరియు వానివలె ఎక్కువగా కార్బన్ డైఆక్సైడ్ మూలమున నీటిలోకరగి బైకార్బొనేట్ ద్రావణముగా మారును. దీనినే లిథియమ్ జలమనుపేరను ఔషధముగా వాడుదురు. లిథియమ్‌బైకార్బొనేట్ కొన్ని నీటిబుగ్గలందుకూడ ఉండును.

లిథియమ్ సల్ఫేట్ ($Li_2SO_4$, $H_2O$): ఇది నీటిలోను, సారాయిలోను సులువుగా కరగును.

లిథియమ్ నైట్రేట్ ($LiNO_3$, $3H_2O$): ఇది మిక్కిలి చెమ్మగిల్లెడు స్వభావము కలది; సారాయిలో కరగును.

ఉపయోగములు: లిథియమ్‌బ్రోమైడ్, కార్బొనేట్‌లను వైద్యమున వాడుదురు. సిట్రేట్, సాలిసిలేట్ కీళ్లవాతమునకు ఔషధములు. హైడ్రాక్సైడ్, ఆడిసన్ విద్యుత్‌ఘటమునందు ఉపయోగపడును. లెపిడొలైట్‌ను పూర్వము ముఖ్యముగా తెల్లనిగాజును చేయుటకు ఉపయోగించెడివారు. తొందరగా పగులనట్టియు, ఎక్కువ వేడిమికి కరగనట్టియు, తక్కువవ్యాకోచము గలదియు అగు గాజును ఉత్పత్తిచేయుటకు లెపిడొలైట్ ఇటీవల వాడుకలోనికి వచ్చినది. ఎక్కువగా లిథియమ్‌గాజును అతినీలలోహితకాంతిని ప్రసరింపజేయుటకును, విద్యుత్ నిరోధమునకును వాడుదురు. విద్యుత్‌బంధములుగ వాడబడుపింగాణీ మొదలగు వస్తువులకు మంచిమెరుగులు దిద్దుటకు ఈ లిథియమ్‌లవణములు పనికివచ్చును. హైడ్రోజన్ వాయువును లిథియమ్‌హైడ్రైడ్‌రూపమున ఒకచోటినుండి మరియొకచోటికి తీసికొనిపోవచ్చును. గాలిలోని ఆర్ద్రత తగుమాత్రము ఉండునటుల ఏర్పాటు చేయుటకు లిథియమ్ క్లోరైడ్ ఉపయోగపడును (చూ. ఆల్కలి ధాతువులు - పు. 190).

జె. వి. బి. రావు.

**లిప్‌మన్, గేబ్రియల్** (1845 - 1921): ఫ్రెంచ్ భౌతికవిజ్ఞాని. ప్యారిస్‌లోను, జర్మనీలోను విద్యను అభ్యసించి, ప్యారిస్‌లో (1886) సార్బోన్ యూనివర్సిటీయందు ప్రాయోగిక భౌతికశాస్త్రాచార్యుడయ్యెను. కైశిక విద్యున్మాపకమును అతిసూక్ష్మ విద్యుత్ శక్మవ్యత్యాసములను కనపరచు పరికరము (చూ. పు. 296) ఒకదానిని నూతనముగా నిర్మించెను. 1908 లో ఈయనకు నోబెల్ బహుమతి, రాయల్ సంఘ సభ్యత్వము లభించినవి.


గేబ్రియల్ లిప్‌మన్

కె. ఎస్. ల.

**లిబ్బీ, విల్లర్డ్‌ఫ్రాంక్** (జననము 1908): యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. కొలరేడో గ్రాండు వేలిలో జననము. కాలిఫోర్నియాలో చదువు పూర్తిఅయిన తరువాత అచ్చటనే రాసాయనిక శాస్త్ర ఉపాధ్యాయుడుగా కుదురుకొనెను. 1941 నుండి 1945 వరకు కొలంబియా యూనివర్సిటీయందు ఆచార్యుడుగా ఉన్న కాలములో ఆటంబాంబు సాధించుటయందు పనిచేసెను. యురేనియమ్$^{235}$ సమస్థానీయమును వేరుపరచుట యందు విజయమును సాధించెను. కార్బన్ మూలద్రవ్యమునకు రేడియోధార్మిక సమస్థానీయముగా $C_{14}$ రేడియోధార్మిక సామర్థ్యపరిమాణమును కన్పడు పురావస్తువుల వయస్సును నిర్ణయించుటయందు సఫలుడయ్యెను. ఇందుకై ఈతడు నోబెల్ బహుమానమునకు ప్రతిగ్రహీతగా గౌరవించబడెను.

మే. వ. స.

**లిమొనీన్**: చూ. టెర్పీన్‌లు - పు. 350.

**లీబిక్, జస్టస్ ఫాన్** (1803 - 73): జర్మను రాసాయనికుడు. డార్మ్‌స్టాట్ నగరమందు జన్మించెను. తొలిని బాన్ యూనివర్సిటీలో ప్రవేశించి ఎర్లాంగెన్‌లో డాక్టరేట్ పట్టమును సంపాదించి గీసెన్‌లో ఆచార్యుడుగా నియమించబడెను. తరువాత ప్రఖ్యాతిగాంచిన రాసాయనిక విశ్లేషణానుశీలన శోధనాగారమును స్థాపించి వందల కొలది శిష్యులను ఆకర్షించెను. ఈతడు నేటికిని ప్రచార

ములోఉన్న కార్బన్ యౌగికవిశ్లేషణ పద్ధతుల స్థాపించెను. జంతువుల, వృక్షముల జీవితసంఘటనల పరీక్షించుట ఈతని పరిశోధన పరిధిలో ముఖ్యాంశము. భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియలు చేతన, అచేతన వస్తువులకు సామాన్యములని ఈతడు రుజువుచేసెను. ఎరువుల ఉపయోగమును నిరూపించి వ్యవసాయశాస్త్రమునకు వికాసమును పొందించెను. మాంసరసమును (మీట్ ఎక్స్ట్రాక్ట్), శిశ్వాహారము తయారుచేయుటలో ప్రథముడు. మే. వ. స.

**లీమైట్నర్** (జననము 1878) : 1917 - 38 సం॥ల మధ్య బెర్లిన్ 'కెయ్‌జర్ - విల్ హెల్మ్ ఇన్‌స్టిట్యూట్' లో ఆచార్యగా ఉన్నకాలమున, 1917 లో హాన్ విజ్ఞానితో కలిసి పనిచేసి, ప్రోటాక్టినియమ్ అను క్రొత్త రేడియో ధార్మిక మూలద్రవ్యమును ఆవిష్కరించెను. ఇంతేకాక 1934 లో 93, 94, 95, 96, పరమాణ్వంకముగాగల మరి కొన్ని క్రొత్త మూలద్రవ్యములు ఉన్నజాడలను కూడ నిరూపించెను. యురేనియమ్$^{235}$ పరమాణు కేంద్రకము ఇంచుమించు సమానభారముగల రెండుశకలములుగా బ్రద్దలగునను విషయము ఈమెయే మొట్టమొదట నిరూపించినది. బి. పూ. రా.

**లూటీషియమ్ :** అపురూప మృత్తుధాతువులకు చెందిన రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 71 ; సంకేతము Lu ; పరమాణుభారము 174.99. దీని ఉనికిని 1907 లో జార్జి ఉర్బా కనుగొనెను. లూటీషియమ్ చాల అరుదుగా లభించును. * * *

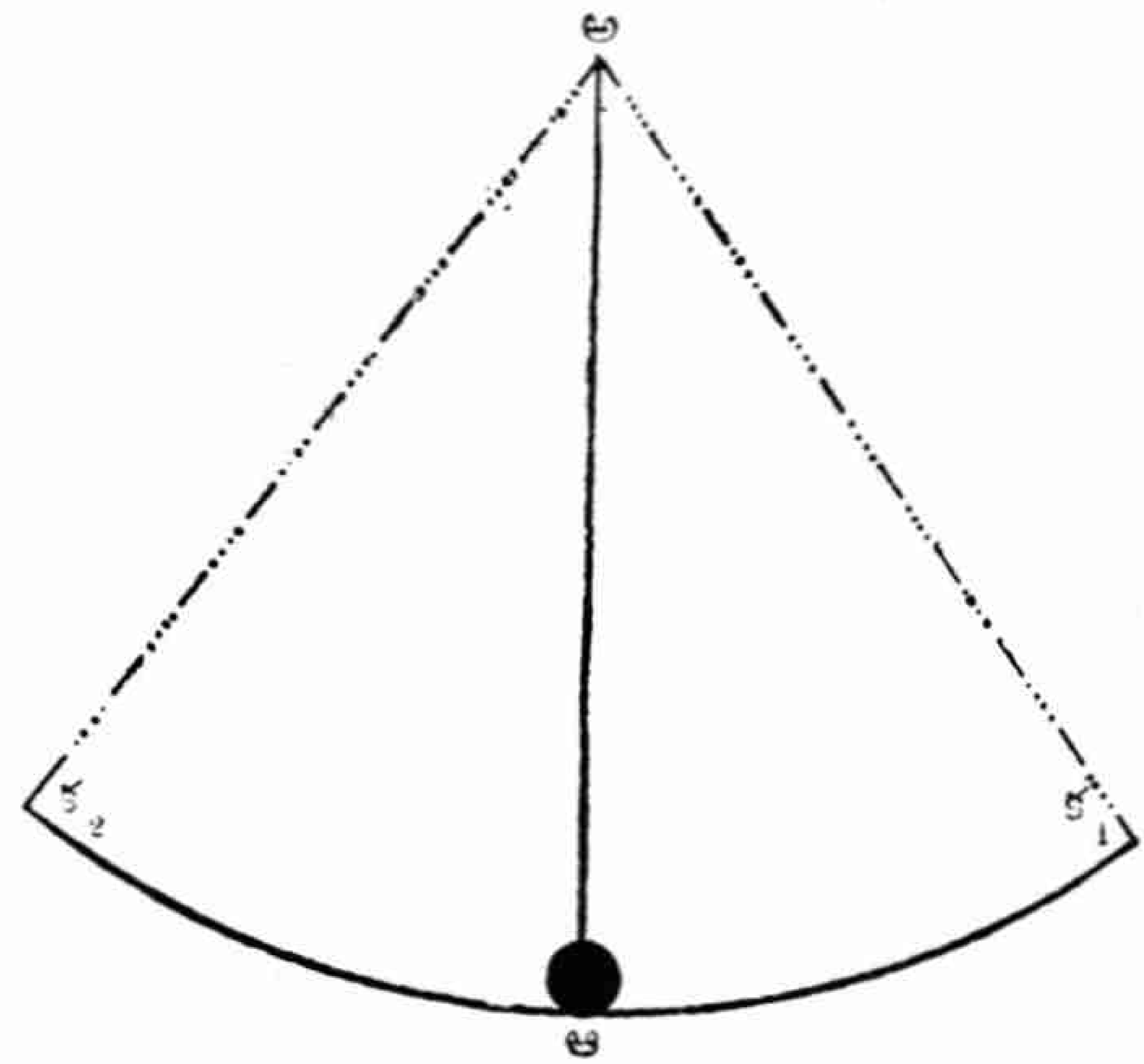
**లూయీ సిద్ధాంతము :** చూ. ఆమ్లములు - లవణాధారములు - పు. 172.

**లెనార్డ్, ఫిలిప్ ఇ. ఏ. ఫాన్** (1872-1947) : జర్మను భౌతిక శాస్త్రవేత్త. హైడిల్బర్గ్‌లో బున్‌సెన్ వద్ద శిష్యుడుగా ఉండి విద్యనభ్యసించి, అచ్చటనే భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. కేథోడ్ కిరణములపై ఈయన కావించిన పరిశోధనలు మార్గదర్శకములు. కేథోడ్ కిరణములు పలుచని అల్యూమినియము పొరగుండ బయటకు రాగలవని కనిపెట్టి, ఆకిరణములు సాధారణ వాతావరణములో ఎంతవరకు ప్రచారము చేయగలవో గణించగలిగెను. ఈయనకు 1905 లో నోబెల్ బహుమానము లభ్యమైనది. ఈతడు నాజీ రాజ్యతంత్రాభిమాని. కె. ఎస్. ల.

**లేంతనెమ్ :** ధాతురాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 57; సంకేతము La; పరమాణు భారము 138.92; విశిష్టగురుత్వము 6.15; ద్రవాంకము 826°C; క్వథనాంకము 4200°C; దీని ఉనికిని 1839 లో కార్ల్ గస్టవ్ మోసాండర్ కనుగొనెను. రేడియో ధార్మికగుణము కలది. గాజుపరిశ్రమలోను, ఖరీదుగల కటకముల తయారీలోను ఉపయోగింతురు. ఇది గాలి సోకినవెంటనే తెల్లని పొడిగామారును. * * *

**లోరెన్ట్స్, హెండ్రిక్ అంటూన్** (1853-1928) : డచ్ భౌతికశాస్త్రవేత్త. లీడెన్‌లో చదివి అక్కడనే 1878 లో భౌతిక శాస్త్రగణితాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. క్వాంటం వాదమందు ప్రామాణికుడు. 'లోరెన్ట్స్ - ఫిట్స్ జెరాల్డ్ సంకోచము' అనుపేర బరగు వివరణను స్వతంత్రముగా సూచించెను. విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రము నందు ఈయన పరిశోధనలు సాపేక్షతావాదమునకు దారితీసినవి. ఈ పరిశోధనల ముఖ్యఫలితము లోరెన్ట్స్ పరివర్తనమను భావము సాపేక్షతా వాదమునకు మొదటిమెట్టు. 1902 లో నోబెల్ భౌతికశాస్త్ర బహుమానము లోరెన్ట్స్‌కును, జేమాన్‌కును ఇద్దరికిని పంచబడినది. కె. ఎస్. ల.

**లోలకము (సామాన్య) :** సన్నని తంతికి ఒకకొనకు బరువైనవస్తువును కట్టి స్థిరబిందువువద్ద వ్రేలగట్టిన దానికి 'సామాన్యలోలకము' (సింపిల్ పెండులమ్) అని పేరు.




సామాన్యలోలకము

పైపటములో 'ఆ' అనునది ఒక బరువైన గుండు. 'అ ఆ' అనునది అస్థితిస్థాపకలక్షణముగల తంతి. 'అ' అను ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి గుండు వ్రేలకట్టబడినది. 'ఆ' అనునది గుండుయొక్క కేంద్రస్థానముగా పరిగణించవచ్చును.

'అ ఆ' అను లంబమును ఏతలములోనున్నదో ఆతలమునవే గుండును ఒకవైపుకు లాగి విడిచినచో గురుత్వాకర్షణము (చూ. పు. 324) వలన ఆతలమున అది ఊగులాడుట ప్రారంభించును. ఈ చలనము 'ఆ' అను

స్థానమునకు ఇరు వైపుల సమముగా ఉండును. అందువలన గుండు కుడివైపుగా '$క_1$' వరకు ఏ రీతిగా ఎంత దూరము ఊగునో అదేరీతిగా ఎడమవైపుగా కూడ '$క_2$' వరకు ఊగును.

నిర్వచనములు: వ్రేలాడదీయబడిన బిందువునకు 'ఆధార బిందువు' అని పేరు. సామాన్య లోలకమందలి గుండు యొక్క కేంద్రమునకు డోలనబిందువని సాంకేతిక నామము.

ఆధారడోలనబిందువుల మధ్య దూరమును 'లోలకపు పొడవు' అందురు. '$క_1$' నుండి '$క_2$' వరకును లోలకపు గుండు ఊగినచో అది ఒకకంపనమును చేసినది అందురు. కంపనమును, ప్రతికంపనమును కలిసి 'డోలనము' అందురు. అనగా లోలకపుగుండు '$క_1$' వద్ద బయలుదేరి '$క_2$'ను చేరి, తిరిగి '$క_1$' వద్దకు వచ్చుటకు 'డోలనము' అని పేరు. లోలకము ఒకడోలనమును చేయుటకు పట్టు కాలమునకు డోలనకాలము లేదా, 'డోలనకాలపరిమితి' అని పేరు. డోలనము చేయుటలో లోలకము చేయు గరిష్ఠపరిమాణపు కంపనపరిమితిని 'కంపనవిస్తారము' (ఆంప్లిటూడ్) అని పేర్కొందురు. పటములో '$క_2$ అ$క_1$', '$క_1$అ$క_2$' అను కోణములు కంపనవిస్తారమును నిరూపించును.

లోలకములు - కాలప్రమాణము : ఒకే పొడవుగల లోలకములు స్థానికముగ నిర్ణీతవ్యవధిలో సమానడోలనములతో ప్రకంపించును. ఈ సూత్రమును ఆధారముగ చేసికొని లోలకగడియారములు వాడుకలోనికి వచ్చినవి.

సామాన్య లోలక సూత్రములు : 1. ఒకే పొడవు గల లోలకము యొక్క డోలనకాలపరిమితిని లోలకపుగుండు యొక్క బరువుపైగాని, దాని ఆధారముపైగాని, మరియే ఇతరగుణములపైగాని ఆధారపడి ఉండదు; 2. ఒకేపొడవు గల లోలకము యొక్క డోలనకాలపరిమితి దాని కంపన విస్తారముపై ఆధారపడి ఉండదు. ఈనియమము కంపన విస్తారము స్వల్పపరిమితికలది అయినప్పుడే వర్తించును; 3. లోలకము యొక్క డోలనకాలపరిమితి దాని పొడవు పైననే ఆధారపడి ఉండును. 'కా' అనగా డోలనకాల పరిమితి, 'పొ' అనగా లోలకపుపొడవు 'బ' అనగా గురుత్వ త్వరణ అయినచో $కా = 2\pi\sqrt{\frac{పొ}{బ}}$ అను సమీకరణము సిద్ధించును. దీనిని లోలకసమీకరణము అందురు. ఇ. పి. జ.

**లోలకము** (సంయుక్త) : కొంత పొడవు గల త్రాటితో వ్రేలాడదీసిన భారమునకు సామాన్యలోలకము అని పేరు. దీనికిని, సంయుక్తలోలకమునకు చాలపోలిక గలదు. గోడకు కొట్టిన మేకుపై ఒకకొనను రంధ్రము కలిగిన కొయ్య బల్లనుదూర్చి, ఊగులాడించిన అది సంయుక్తలోలక* మగును.

ఒక అక్షమును ఆధారముచేసికొని భ్రమించగల ఏ అనమ్య (రిజిడ్) వస్తువైనను సంయుక్తలోలకమే అగును. ఇచ్చట మనకు వస్తువుయొక్క శుద్ధభ్రమణమే విషయము. అట్టి భ్రమణమునుగురించి మనము ఇదివరకే తెలిసికొనిన ముఖ్యాంశము భ్రమణకాలమును గురించినది. ఈభ్రమణకాలము $T = 2\pi\sqrt{\frac{mx}{F}}$ అను సమీకరణముచే సూచించబడును. కొద్ది మార్పులతో ఈ సమీకరణమే సంయుక్త లోలకభ్రమణ కాలమును కూడ సూచించ గలదు. మే. వ. స.

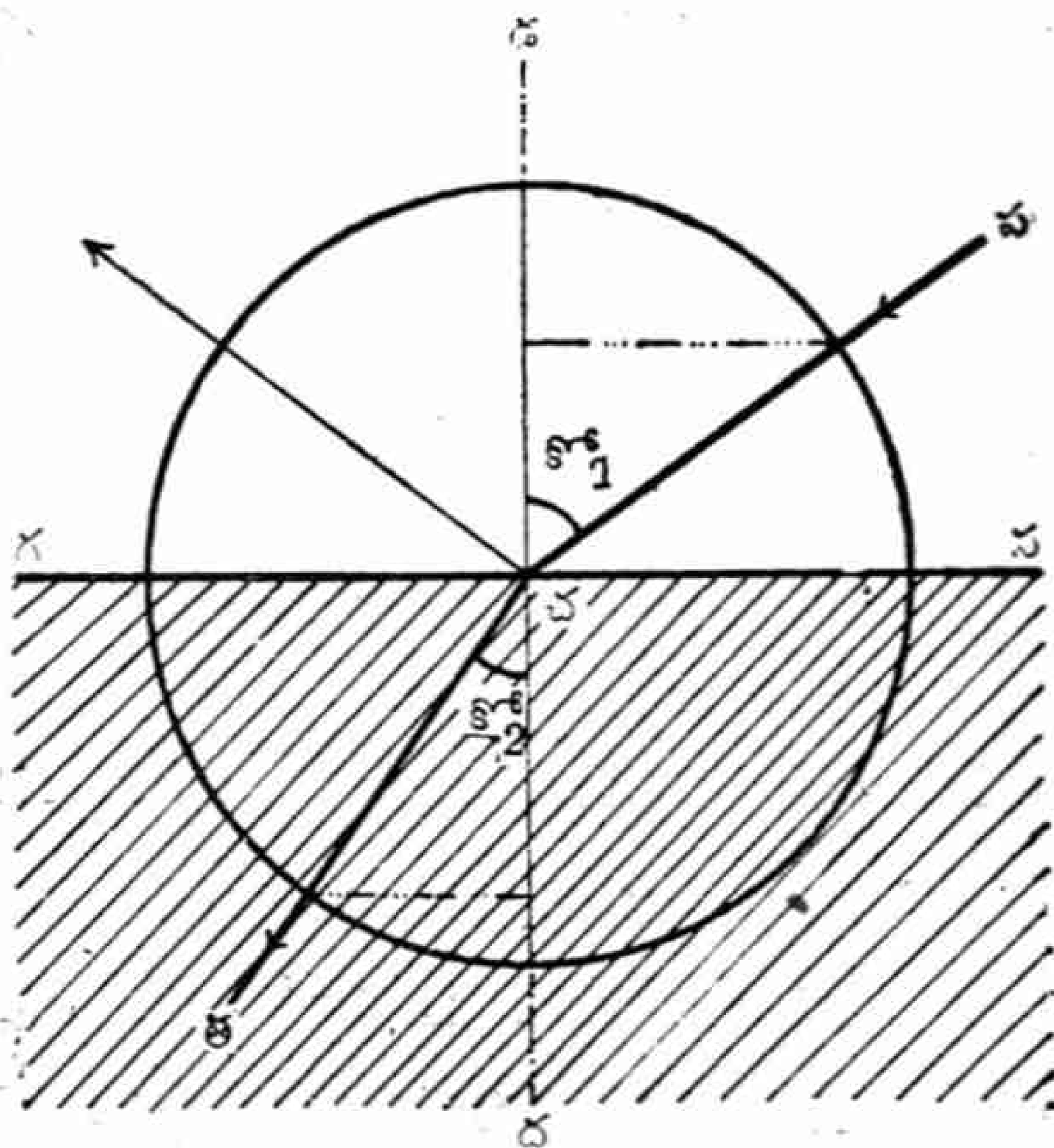
**లోహధాతువులు** : ఇందు ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ కలవు. ఇవి ఆవర్తక్రమమందు ఎనిమిదవ వర్గమునకు చెందినవి. ఇందు మరిరెండు ధాతుకూటములు కలవు. ఆ రెండిటిని ప్లాటినమ్ ధాతువులని వ్యవహరింతురు. లోహధాతువులకు ప్లాటినమ్ ధాతువులతో పోలిక చాల తక్కువ కాని ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ పరస్పరము చాలపోలియుండును. అట్లే ప్లాటినమ్ ధాతువులలో కూడ పరస్పరసాదృశ్యములు కలవు. (Fe, Co, Ni) భూపృష్ఠమునన్నున్న అగ్నిశిలలో ఇనుము 5.0%, కోబాల్ట్ $2.3 \times 10^{-3}$%, నికెల్ 0.008% ను కలవు. కాని, భూగర్భమంతయును ఇనుము, నికెల్ ధాతువుల మిశ్రముతో నిండియున్నదని భూతత్త్వశాస్త్రజ్ఞుల నిశ్చయము. అందువలన భూమిలో ఉన్న మూలద్రవ్యములన్నిటిలో ఇనుము అధికతమరాశిలో ఉన్నట్లగపడును. ఇనుము, కోబాల్ట్, నికెల్ అను ఈమూడును ప్రబల ఆక్సీహరణసాధనములు. ఇవిఆమ్లములనుండి హైడ్రోజన్‌ని విడుదలచేయును; ప్రబల ఆక్సీకరణద్రవ్యములు. ఈధాతువులు మూడును నైట్రిక్ ఆసిడ్, క్రోమిక్ ఆసిడ్ వంటి ప్రబల ఆక్సీకరణద్రవ్యములచే జడములుగా ఒనరించబడును. ఈధాతువుల

* గణితశాస్త్రదృష్ట్యా, సామాన్యలోలకము అనునది బరువులేని త్రాటితో వ్రేలాడగట్టిన భారముగల ఒకబిందువు. వాస్తవిక సామాన్య లోలకమందుకూడ వ్రేలాడ దీసినవస్తువు యొక్క కేంద్రమున దాని భారమంతయు కేంద్రీకరించబడి ఉన్నట్లు భావన. ఒక ఆధారముపై వ్రేలాడుచు ఊగులాడుచున్న కొయ్య బల్లవంటివస్తువులో అనేక భారబిందువులు ఉన్నట్లు మనము పరిగణింపవలెను. ఈభార బిందువులన్నియు ఒక దానితో ఒకటి దృఢముగా కలిసియుండుటచేత వస్తువు ఊగులాడునపుడు ఈభార బిందువులన్నియు ఒకేరకపు ఆందోళనను కలిగియుండును. ఇన్ని భారబిందువుల సంయోగమగుటచే దీనికి 'సంయుక్తలోలకము' అని పేరు వచ్చినది.

ముఖ్య ఆక్సీకృతస్థితులు ఇనుము$^{2,3}$, కోబాల్ట్$^{2,3}$, నికెల్$^{2}$. తక్కిన ఆక్సీకృతస్థితులు చాల అరుదుగా తారసిల్లును. ఫెర్రస్$^{2}$ స్థితి ప్రబలమగు ఆక్సీహరణ సాధనముగా ఆచరించును. కాని కోబాల్ట్$^{2}$కు ఈ ఆక్సీహరణసామర్థ్యము లేదు; మీదుమిక్కిలి కోబాల్ట్$^{3}$ ఆక్సీకరణ సాధనము. చూ. ఇనుము - పు. 208; కోబాల్ట్, పు. 303; నికెల్. పు. 434; మే. వ. స.

**వంగము :** చూ. తగరము - పు. 364

**వక్రీభవనము :** నీటిలో తిన్నని గెడను ఉంచి ప్రక్కనుండి దానివైపు చూచినచో అది నీటితలమువద్ద విరిగి, వంగియున్నట్లు అగుపడును. కాని గెడను నీటినుండి పైకితీసి పరీక్షించినచో, గెడ విరుగుటగాని, గెడలో వంపుగాని ఏమియు గోచరింపదు. నీటినుండి గాలిలోనికి ప్రయాణముచేయుటలో కాంతికిరణములు నీటితలమువద్ద వంపు చెందునని అనుకొనినచో ఈ విచిత్రసంఘటనను సులభముగా విశదీకరింపవచ్చును. నీటిలోనున్న గెడ భాగమునుండి వచ్చుచున్న కాంతికిరణములు మనకంటిని చేరుట చేతనే కదా నీటిలోనున్న గెడ కనిపించుచున్నది! కాంతి కిరణములు మనకంటిని చేరుకొనుటలో కొంతమేర నీటిలోను, కొంతమేర నీటి వెలుపలను ప్రయాణమొనర్చినవి. నీటినుండి వెలుపలకు వచ్చినవుడు కాంతికిరణములను నీటిలోనికి ఋజుమార్గమున పొడిగించినచో అదేదిశలో మనకు నీటిలోనున్న గెడభాగపుదిశకును, ఈదిశకును వ్యత్యాసముండుటవలన గెడ నీటితలమువద్ద విరిగినదని మనము భ్రమపడుచున్నాము. ఈరీతిగా కాంతికిరణములు నీటివంటి వేరొక యానకములోనికి ప్రసరించినపుడు వాటియందుకలుగు వంపునకు 'వక్రీభవనము' అని పేరు.



1 వ పటము

1వ పటములో మీది యానకములో ప్రయాణము చేయుచున్న 'ప' అను కాంతికిరణము క్రింది యానకతలముపై బడి అందు కొంతభాగము క్రింది యానకముగుండా 'త' వైపు ప్రయాణముచేయుచున్నది. క్రింది యానకము కాని లేకపోయియుండినట్లయిన, బాణముచే చూపబడినట్లు పరావర్తితమగును. 'చ' అనుదానికి పతన బిందువనియును, 'పచ' కిరణమునకు పతనకిరణమనియును, 'చత' కిరణమునకు వక్రీభూత కిరణమనియును సాంకేతికనామములు. 'చ' బిందువువద్ద 'గస' తలమునకు 'డద' అను లంబమును గీయుము. అప్పుడు 'పచడ' కోణము (కో$_1$) నకు పతనకోణము అనియును, 'దచత' కోణము (కో$_2$) నకు వక్రీభవన కోణము అనియును పేర్లు. వక్రీభూతకిరణము రెండవ యానకములో ఎంత వంగినదో 'పచ'ను పొడిగించిన వచ్చు రేఖ తెలియజేయును.

వక్రీభవనసంఘటనలో కాంతికిరణము తక్కువసాంద్రత గల యానకమునుండి ఎక్కువసాంద్రతగల యానకములోనికి ప్రవేశించినచో లంబమునకు అభిముఖముగను, ఎక్కువసాంద్రతగల యానకములోనుంచి తక్కువసాంద్రత గల యానకములోనికి ప్రవేశించినచో లంబమునకు విముఖముగను ప్రసరించును.

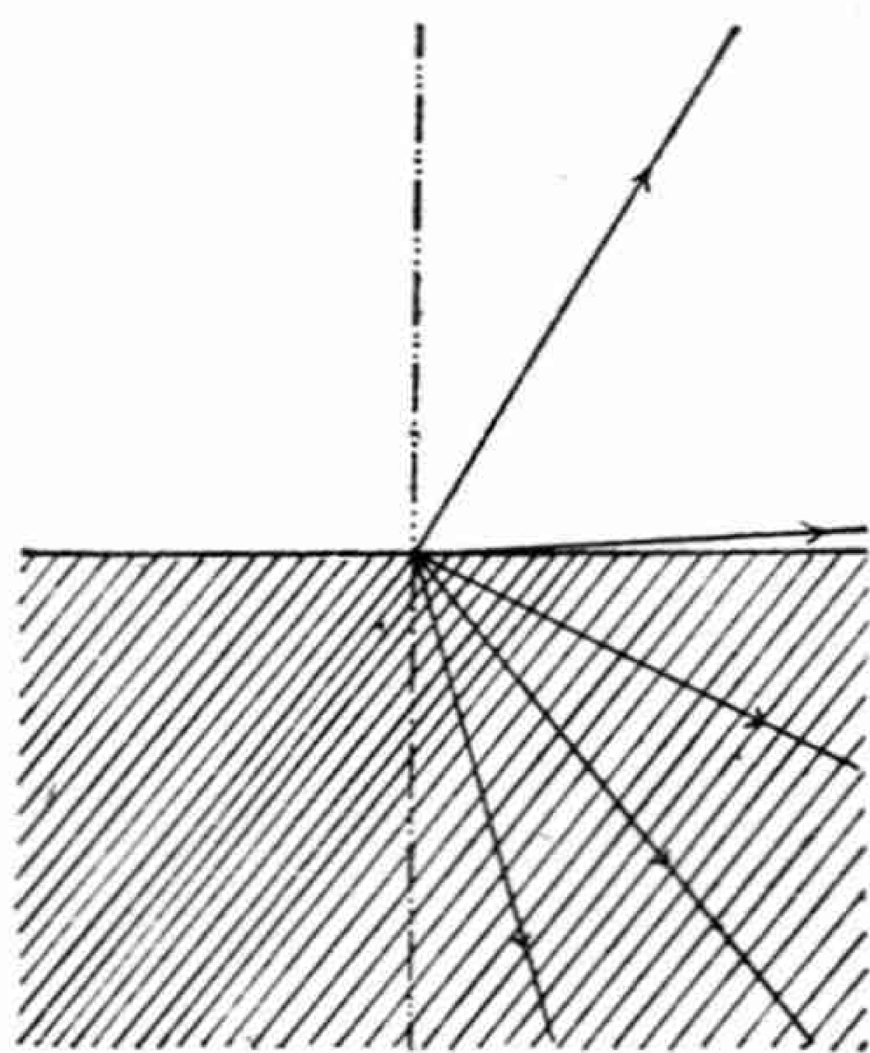
కాంతికిరణపు వేగము మొదటియానకములో 'వే$_1$' రెండవ యానకములో 'వే$_2$' అయినచో $\frac{\text{వే}_1}{\text{వే}_2}$ నిష్పత్తికి మొదటియానకమునుండి రెండవయానకములోనికి ఆ కాంతికిరణపు వక్రీభవనగుణకము (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్) అని పేరు. దానిని సాధారణముగా $\mu$ (మ్యు) అను గ్రీకు అక్షరముతో సూచించుదురు.

కాంతివక్రీభవనగుణక పరిమాణము కేవలము కాంతి ప్రసరించుచున్న రెండు యానకములపైననేగాక కాంతి వర్ణమునుబట్టికూడ ఉండును. తెల్లనికాంతి పలువర్ణముల మిశ్రమము. ఆ రంగులు ఇంద్రధనస్సులో వరుసగా మనకు గోచరమగును. ఎరుపురంగునుండి ఊదావర్ణమువైపుకు సాగినకొలది కాంతికిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము క్రమముగా తగ్గును. కాంతికిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము తగ్గినకొలది దానివక్రీభవన గుణకము హెచ్చును. ఈ విషయమును మొట్టమొదట కనుగొనిన మహావిజ్ఞాని న్యూటన్.

కాంతి వక్రీభవనమునకు చెందిన నియమములు రెండు : 1. పతనకిరణము, వక్రీభూతకిరణము, వక్రీభవన యానక తలమునకు పతనబిందువుయొద్ద గీచిన లంబము - మూడును ఒకే సమతలములో ఉండును; 2. ఒక యానకము నుండి మరొక యానకములోనికి ప్రసరించుచున్న ఏకవర్ణ కాంతి కిరణముయొక్క పతనకోణభుజ 'జ్యా' వక్రీభవన కోణ భుజ 'జ్యా'కు స్థిరనిష్పత్తిలో ఉండును; ఈ నిష్పత్తినే 'వక్రీభవన గుణకము' అందురు.

సాధారణముగా వక్రీభవనమును పొందిన కాంతికిరణము వక్రీభవనయానకములో ఒక మార్గముననే ప్రసరించుచుండును. కాని కొన్ని స్ఫటికములపై పడిన కాంతి కిరణము ఆ స్ఫటికములలో ఏకమార్గముననకాక రెండు మార్గముల ప్రసరించుట కాననగును. ఈ సంఘటనకు 'ద్వివక్రీభవనము' అనిపేరు (చూ. ద్వివక్రీభవనము - పు. 423).

సంపూర్ణాంతః పరావర్తనము : ఎక్కువ సాంద్రతగల యానకమునుండి తక్కువసాంద్రతగల యానకములోనికి ప్రసరించిన కాంతికిరణము లంబమునకు విముఖముగా వంగును. 2వ పటములో ఎక్కువ సాంద్రతగల మొదటి యానకములో నుండి తక్కువ సాంద్రత గల రెండవ యానకము లోనికి ప్రసరించిన కాంతి కిరణము లంబమునకు విముఖముగా ఎట్లు వంగినదో కాననగును. నీటిలో పయనమైన కాంతి నీటిని, గాలిని విభజించు తలముపై పడినపుడు లంబముతో ఆ కిరణము చేయు కోణమునకు పతనకోణమని పేరు. ఇప్పుడు ఈ పతనకోణము యొక్క పరిమాణమును క్రమముగా హెచ్చించినచో తదనుగుణముగా వక్రీభవన కోణము యొక్క పరిమాణము కూడ వృద్ధిచెంది పతనకోణము యొక్క ఒకానొక విలువకు వక్రీభవన కోణము యొక్క విలువ 90° అగును. ఆ సందర్భములో వక్రీభూత కిరణము వక్రీభవన తలమునంటి ప్రసరించును. అంతకంటె పతనకోణపరిమాణమును అధికమొనర్చినచో ఆ కాంతి కిరణము రెండవయానకములోనికి పోయి వక్రీభవనమును పొందక మొదటియానకములోనికే పూర్తిగా పరావర్తనమొందును. ఈ సంఘటనకు 'సంపూర్ణాంతఃపరావర్తనము' అనిపేరు.



2 వ పటము

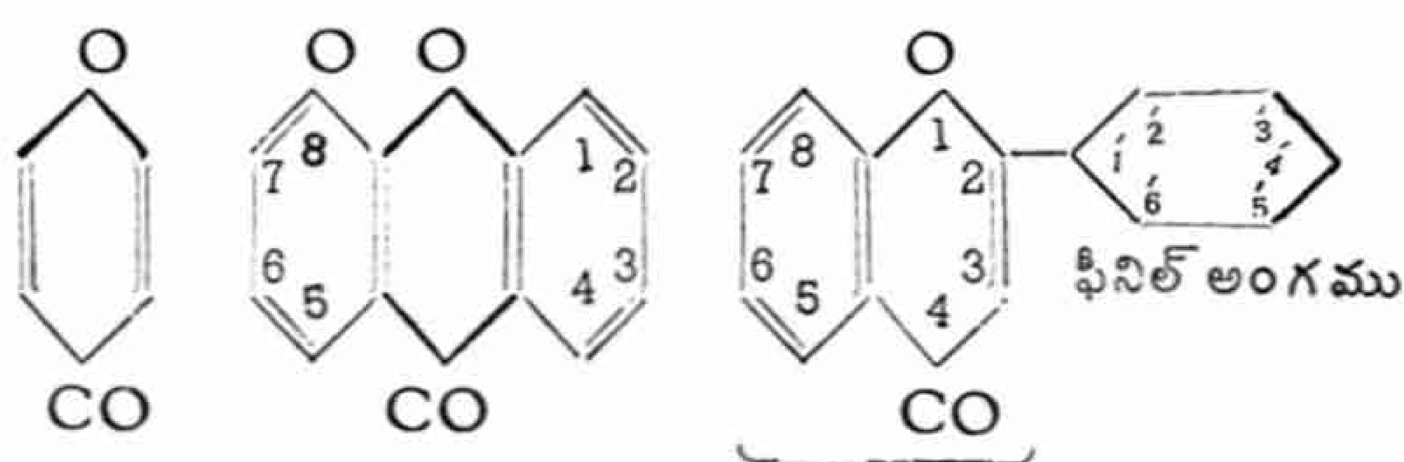
సంపూర్ణాంతఃపరావర్తనములో వక్రీభవనము జరుగుటకు ఆవశ్యకమైన గరిష్ఠపరిమాణపు పతనకోణమునకు సందిగ్ధకోణము (క్రిటికల్ ఏంగిల్) అని పేరు. శబ్దము, ఉష్ణము ఇత్యాది ప్రసారములు కూడ వక్రీభవన సంఘటనలో కాంతి అనుసరించు నియమముల ననుసరించియే వక్రీభవనమును పొందును. మే. వ. న.

**వజ్రము :** చూ. కార్బన్ - పు. 257

**వర్జీనియమ్ :** ఆల్కలి రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 87 ; సంకేతము Fr ; పరమాణుభారము 223 (స్థూలరాశి). దీనికి 'ఫ్రాన్సియమ్' అని మరొకపేరు. 1939 లో దీని ఉనికిని పియరీ కనుగొనెను. * * *

**వర్ణద్రవ్యములు :** ప్రకృతిలో అనేకములగు సహజ వర్ణములుగల ద్రవ్యములు ఉన్నవి. ఇవి రెండురకములుగా ఉన్నవి. 1. ప్లాస్టిడ్* రంగులు; 2. వృక్షరసములలో విలీనమై ఉండురంగులు. ఆకులందలి 'క్లోరోఫిల్' అను ఆకుపచ్చరంగు, గుమ్మడికాయ, కందదుంప, కారట్ దుంపలు మొదలగువాటిలోనుండు కారొటినాయిడ్‌లు అను పసుపుపచ్చనిరంగులు మొదటి జాతికి చెందినవి. ఆంత్రక్వినోన్, నీలిమందు, జాన్తోన్, ఫ్లావోన్, ఫ్లావనోల్, ఆంతసైనిన్‌లు మొదలగురంగులు రెండవ రకమునకు చెందినవి. ఈ రంగులన్నియు వృక్షముయొక్క దైనందిన జీవితములో పాల్గొనును (చూ. కాంతి రాసాయనిక శాస్త్రము - పు. 251).

స్వాభావికపు రంగులలో పలురకములైనవి గామా పైరోన్ (I) నుండి ఉత్పన్నమైనవి (చూ. విషమవలయ యౌగికములు : γ పైరోన్). వీటిలో జాన్తోన్, ఫ్లావోన్, ఫ్లావనోల్‌లు ముఖ్యములు. జాన్తోన్‌రంగులు డైబెంజోపైరోన్ (II) నుండి, ఫ్లావోన్, ఫ్లావనోల్‌లు ఫీనిల్ బెంజోపైరోన్ (III) నుండి ఉత్పన్నములైనట్లు భావించవచ్చును.




γ-పైరోన్ డై బెంజోపైరోన్ బెంజోపైరోన్అంగము

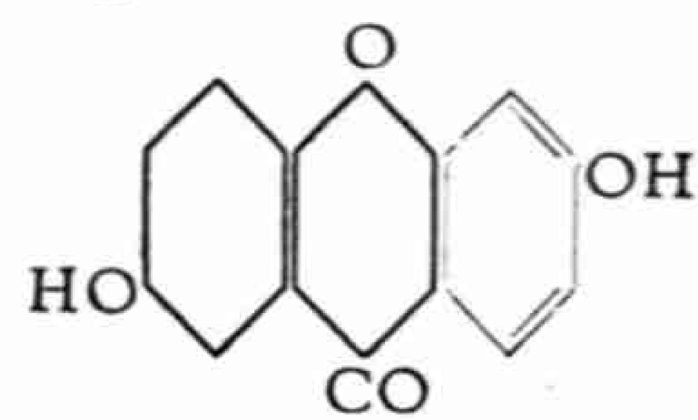
2 ఫీనిల్ γ బెంజోపైరోన్
లేదా ఫ్లావోన్

I II III

**జాన్తోన్‌లు :** ఈ రకమునకు చెందిన రంగులలో ముఖ్యమైనది యూజాన్తోన్. పియారీ అను అద్దకపు రంగులో ఇది కలదు. లేతమామిడి చిగుళ్ళను మేసిన గోవుల

* జీవనవ్యాపారమునకు ఆధారభూతమై జీవకణమందుండు ద్రవ్యమునకు 'ప్రోటోప్లాజ్మ్' అని పేరు. దీనియందు లగ్నమై యుండు రంగులకు ప్లాస్టిడ్ (అ=ప్లాస్మ్‌సంబంధమైన) రంగు అని పేరు.

యొక్క మూత్రమునుండి దీనిని తయారు చేయుదురు. ద్వారములకు, గోడలకు రంగుగా ఉపయోగించును. బట్టల అద్దకమునకు ఇది పనికిరాదు.

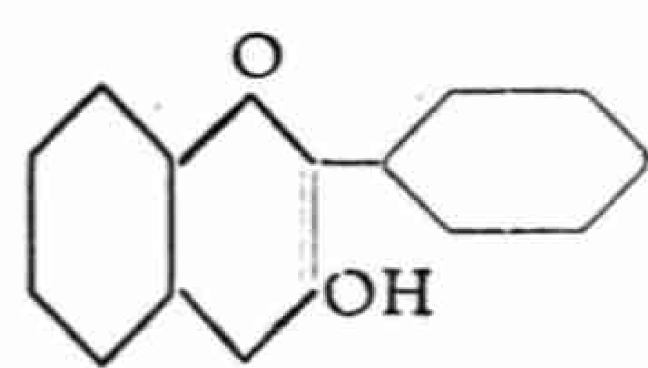


యూజాన్థోన్ (గ్రేబే)

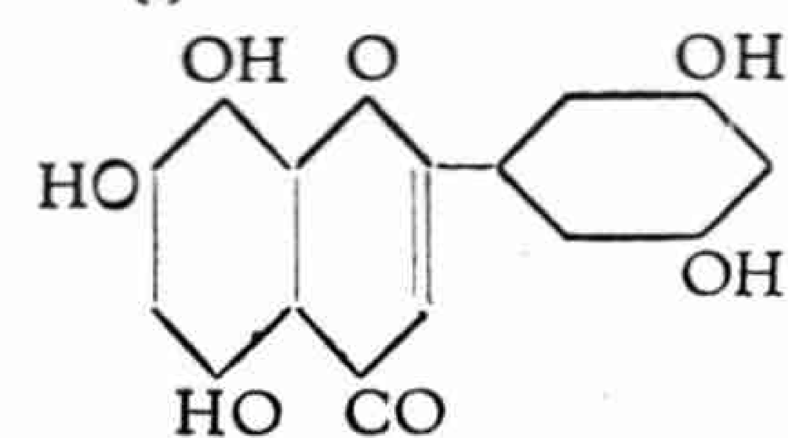
ఈ రకమునకు చెందిన రంగులు అనేకములు కలవు. ఇవి అద్దకమునకు ప్రశస్తమైనవి కావు.

**ఫ్లావోన్-ఫ్లావనోల్‌లు :** ఇవి వృక్షరసములలో విలీనమైయున్న పసుపురంగులలో చాలముఖ్యమైనవి. ఇవి పసుపుపచ్చని పూవులు, ఆకులు, బంగారుతీగచెరకుపట్ట మొదలగు వాటియందు ఉండును. ఇవన్నియు ఫీనిల్ బెన్జోపైరోన్ (III) యొక్క హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నములు. గ్లూకోస్ మొదలగు చక్కెరలతో రాసాయనిక సంయోగమును చెంది గ్లూకోసైడ్ యౌగికరూపమున (చూ. గ్లూకోసైడ్‌లు - పు. 286) లభించును. ప్రత్తి, గోగు, గంగరావి, బంతి, చామంతి మొదలగు పసుపుపచ్చని పూవులందును, పనసచెక్క, సునాముఖ ఆకు లందును ఈ రంగులు కలవు. యూరప్, అమెరికా ఖండములలో మొన్న మొన్నటివరకు అద్దకమునకు వాడిన ఓక్ వెల్డ్‌ఫుస్టిక్, డయర్స్, బ్రూమ్ మొదలగు వృక్షముల వర్ణద్రవ్యములలో ఈ ఫ్లావోన్ రంగులే ప్రధానములు. వీటి ఛాయలు నిలువకపోవుటచే వీటితో అద్దకపు పరిశ్రమ క్షీణించినది.

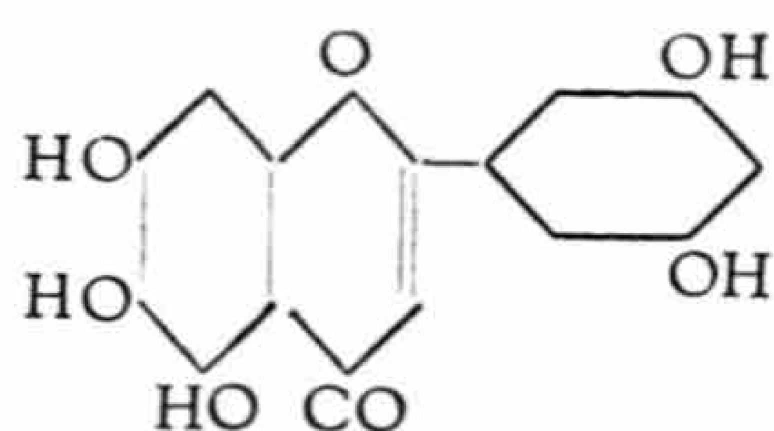
ఈ రంగుల మూలమనదగు ఫ్లావోన్ ప్రకృతియందు ప్రిమ్యులావృక్ష సంతతికి చెందిన పువ్వులయందును, వాటి పుప్పొడియందును విరివిగా లభించును. దీని 3-హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నమే ఫ్లావనోల్. ఇది ప్రకృతిలో లభించదు. దీని వ్యుత్పన్నములు మాత్రము విరివిగా దొరకును.



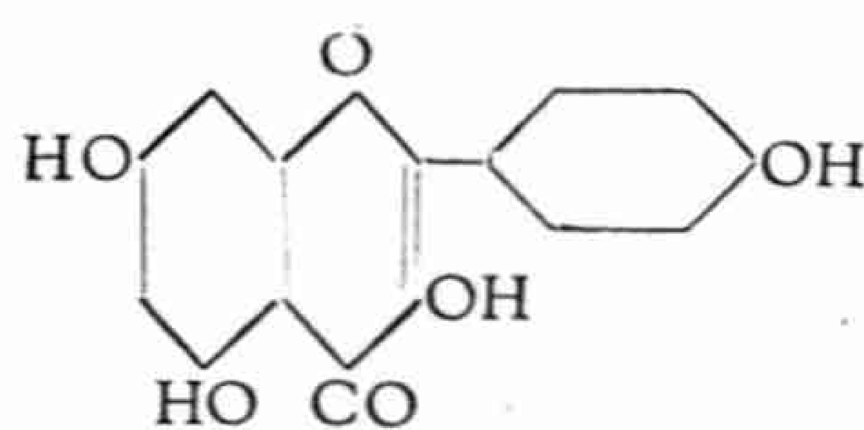

ఫ్లావనోల్ లకు కొన్ని ఉదాహరణములు :



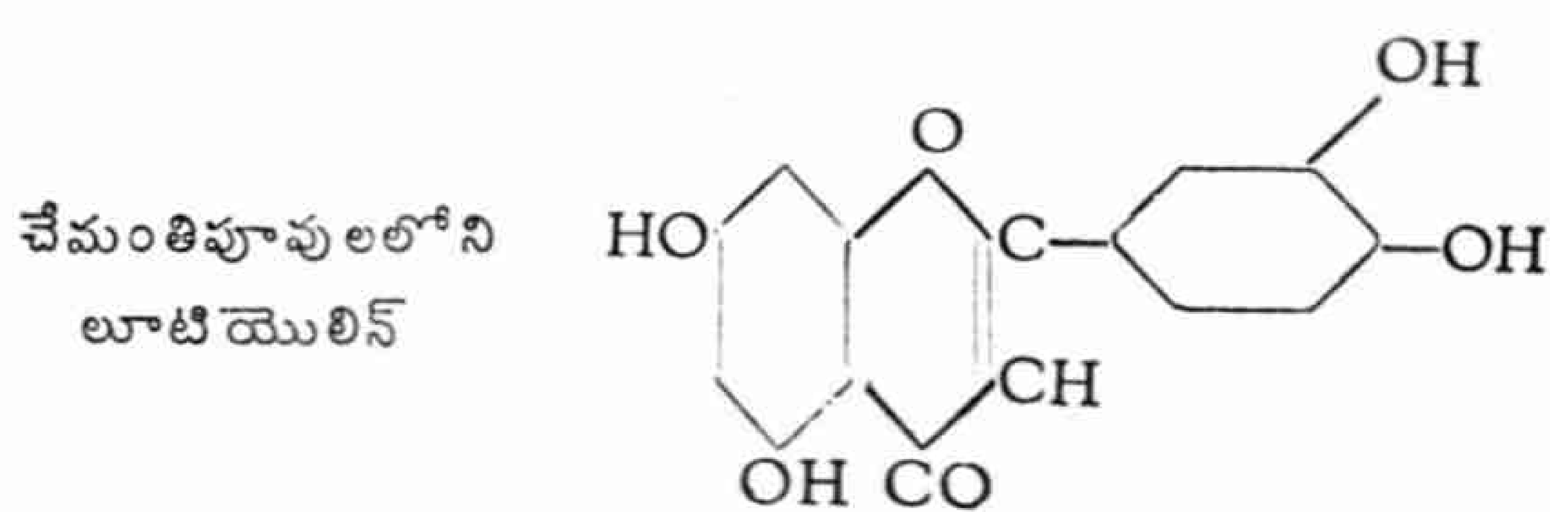
ప్రత్తిపూవులలోని గాస్సిపెటిన్



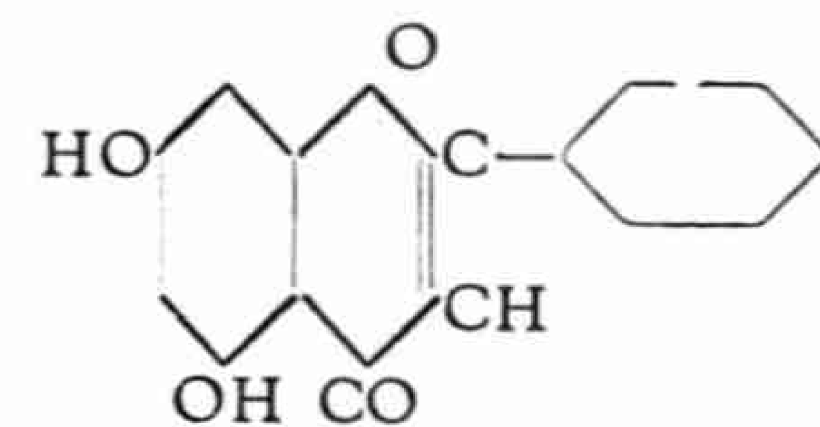
బంతిపూవులలోని క్వెర్సిటాజిటీన్



గంగరావిపూవుల లోనికాంఫిరాల్



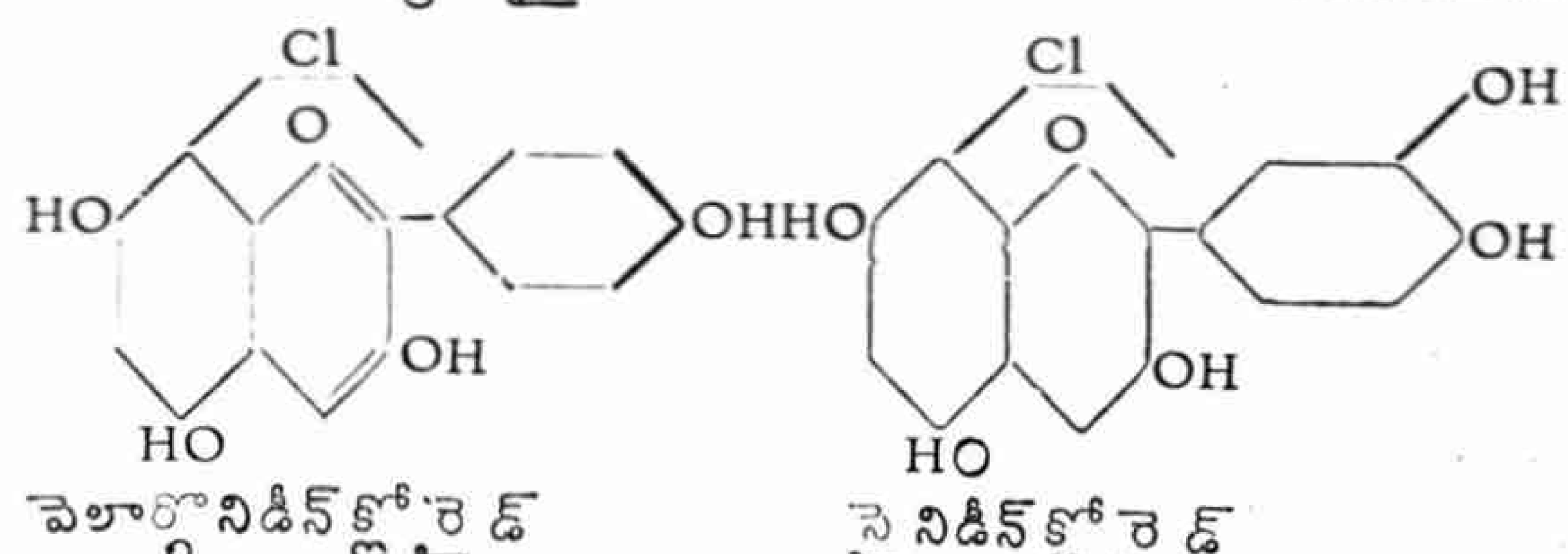
చేమంతిపూవులలోని లూటియొలిన్



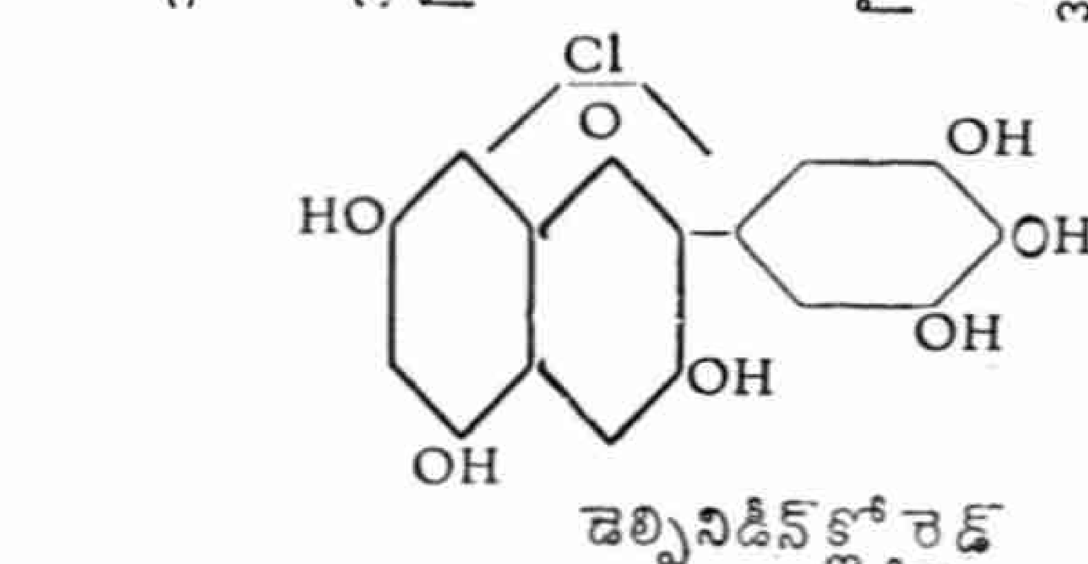
పాప్లర్ మొగ్గలలోని క్రైసిన్

**ఆన్థోసైనిన్‌లు :** బహుజన ఆకర్షకమైన ప్రకృతిని శోభాయమానముగా నొనర్చు ఎరుపు, నీలి, ఊదారంగులు రాసాయనికుల మనములను ఆకర్షించినవి. పుష్పములు, పత్రములు, పండ్లు మొదలగు వాటిలో లభ్యమగు ఈ రంగులు ఆన్థోసైనిన్ జాతికి చెందినవి. తరచుగా ఇవి గ్లూకోసైడ్ రూపమున ఆయా వృక్ష భాగములందు ఉండును. ఈ రంగులను హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో ఉడకబెట్టినచో జలవిశ్లేషణ ఫలితముగా ఇవి చక్కెరలు, ఆన్థోసైనిడిన్‌గా విడిపోవును. అనగా ఆన్థోసైనిన్‌లన్నియు ఆన్థోసైనిడిన్‌ల యొక్క గ్లూకోసైడ్‌లు (చూ. గ్లూకోసైడ్‌లు - పు. 286).

ఆన్థోసైనిన్ పలురకములైనను, ఆన్థోసైనిడిన్‌లు ఎనిమిదిమాత్రము కనుగొనబడినవి. వీటిలో పెలార్గొనిడిన్, సైనిడిన్, డెల్ఫినిడిన్ ముఖ్యములు. మిగిలినవి వీటి మెతిల్ ఈతర్‌లు. వీటి సర్వతోముఖ అన్వేషణను, సంయోజనపద్ధతిచే వీటి నిర్మాణమును నిర్వహించినవాడు, సర్ రాబర్ట్‌సన్ అను ఇంగ్లీషు రాసాయనికుడు. ఈయనకు 1947 లో ఈ కృషికై నోబెల్ బహుమానము ఈయబడినది.



పెలార్గొనిడిన్‌క్లోరైడ్ సైనిడిన్‌క్లోరైడ్



డెల్ఫినిడిన్‌క్లోరైడ్

ఆన్థోసైనిన్‌లు చాల మితమైన రంగులు. రంగులు వేరుగానున్నను, మూలయౌగికము ఒకటే కావచ్చును. ఒకే ఆన్థోసైనిడిన్ ఎరుపు, నీలి, ఊదా, చినాలి ఛాయలను ఈయగలదు. ఆమ్ల పరిసరములందు ఒక రంగు, క్షారపరిసరములందు ఇంకొకరంగు ఇవి స్వీకరించగలవు. ప్రకృతిలోని వివిధ వర్ణములకు ఆన్థోసైనిడిన్‌ల మార్పులే కారణమని రాసాయనికముగా నిరూపించబడినది.

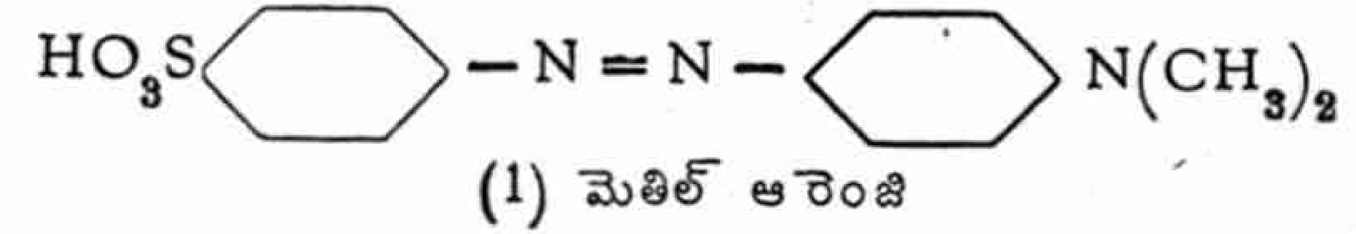
**అద్దకము - అద్దకపు రంగులు :** అద్దకము చాల ప్రాచీనమైన పరిశ్రమ. మొట్టమొదట ఆకులు, పువ్వులు చెక్కలు వీటి కషాయములను రంగువేయుటకు పూర్వులు ఉపయోగించెడివారు. ఇట్టి రంగులు ఇంపుగా ఉండకపోవుటయేగాక సూర్యరశ్మికి కగ్గి, ఉతికినపుడు వెలియు స్వభావము కలవి. పటిక, అన్నభేది మొదలగు వర్ణబంధక ద్రవ్యము (మార్డెంట్)లను ఉపయోగించి అద్దుటను ప్రారంభించిన తరువాత అద్దకపు పరిశ్రమ సుస్థిరమైనది. మార్డంట్ అద్దకము ఇండియాలో మొదట నెలకొని, తరువాత పాశ్చాత్య దేశములకు ప్రాకినది.

లక్క, పసుపు, చిరివేరు, తొగరువేరు, జాఫరాగింజలు మొదలైన రంగులు ప్రకృతిలో సహజముగా దొరకును. నీలిమందు, చిరివేరు మాత్రము అద్దకమునందు నిలకడగ ఉండు ఛాయలను ఇచ్చును.

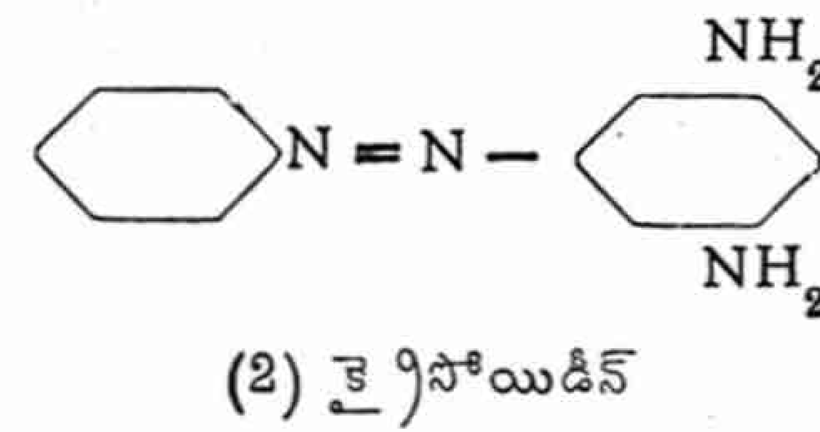
**కృత్రిమరంగులు - రాసాయనిక స్వరూపము:** కొన్ని అకర్బన ద్రవ్యములను మినహాయించి, మూడు వంతుల ముప్పాతిక వర్ణద్రవ్యములన్నియు కార్బన్ యౌగికములే. రంగుగల ప్రతికార్బన్ యౌగికమును అద్దకమునకు ఉపయోగించదు (చూ. వర్ణము - రాసాయనిక రచన) కార్బన్ వర్ణ ద్రవ్యములన్నియు ముఖ్యముగా కోల్ తారు నుండియే లభ్యమగుటచే, వీటికి కోల్ తారు రంగులనికూడ పేరు గలదు. వీటిలో అనేక రకములు ఉన్నవి: అజో, ట్రైఫినిల్ మీతేన్, తాలీన్, రోడమీన్‌లు, ఆంత్రక్వినోన్, ఇండాంత్రీన్, క్వినోన్ ఇమీన్ రంగులు, గంధకపు రంగులు అనునవి ముఖ్యములైనవి.

**అజోరంగులు:** రాసాయనికపు రంగులలో సగముపాలు ఈ రకమునకు చెందినవే. ఈ రంగులు సబ్‌స్టాంటివ్* రకమునకు చెందినవైనను వర్ణబంధక ద్రవ్యములతోకూడ ఉపయోగించవచ్చును. అద్దకమునందలి పసుపు, గోధుమ, ఎరుపు, ఆకుపచ్చని వర్ణములను ఇచ్చును. ఇవి నూలు పోగులకు గాఢముగా హత్తుకొని ఉతుకునందుగాని, ఎండకుగాని కగ్గవు. ఈ రంగులలోని వర్ణధారకము అజో (— N = N—) గణమగుటచే వీటికి ఈపేరు వచ్చినది.

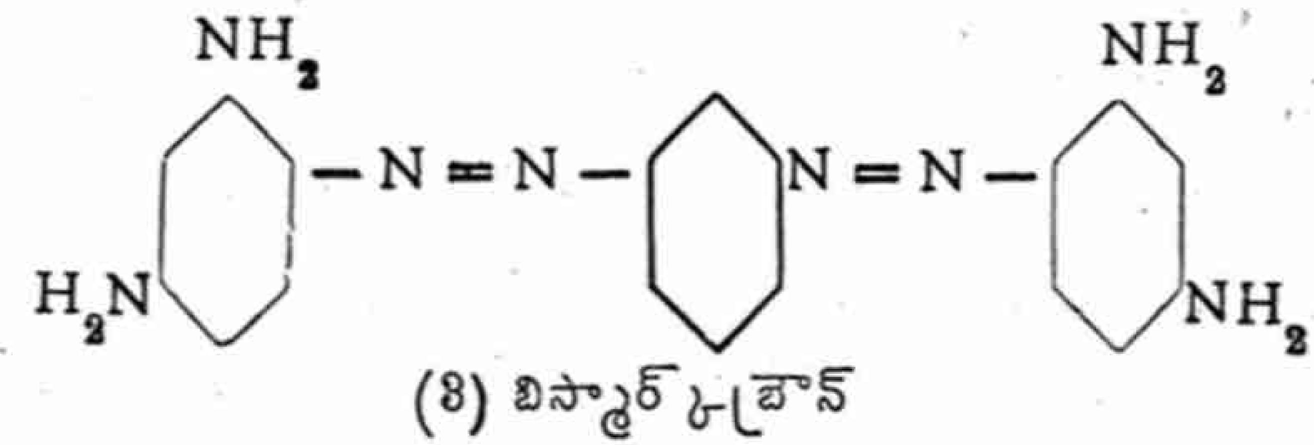
1. మెతిల్ ఆరెంజి : పట్టుబట్టలకు ఉజ్జ్వలమైన నారింజ ఛాయలను ఇచ్చును. 2. క్రైసోయిడిన్ టానిన్ : వర్ణబంధకముతో పసుపుపచ్చని ఛాయను ఇచ్చును. 3. బిస్మార్క్ బ్రౌన్ : ఇందు రెండు అజోగణములు ఉన్నవి. ఇది ఉన్నికి, తోళ్ళకు పిశంగవర్ణమును ఇచ్చును. కాంగోరెడ్ (చూ. పు. 174) ఈ జాతికి చెందినదే.



(1) మెతిల్ ఆరెంజి



(2) క్రైసోయిడిన్

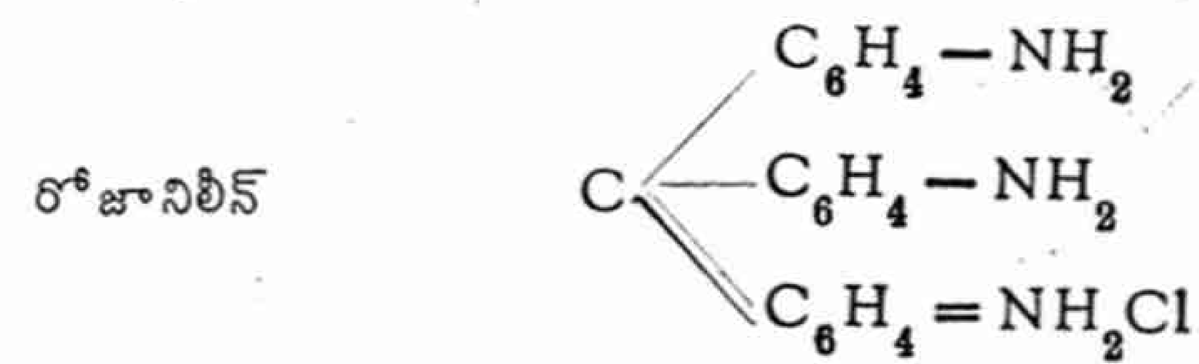


(3) బిస్మార్క్ బ్రౌన్

**ట్రైఫినిల్‌మీతేన్ వర్ణ ద్రవ్యములు :** ఈ రంగులన్నియు ట్రైఫినిల్ మీతేన్ (చూ. పు. 505) నుండి వ్యుత్పన్నములైనవి. ఇందులో 1. రోజానిలీన్ రంగులు ; 2. ఆరిన్ రంగులు ; 3. తాలీన్ రంగులు ; 4. రోడమీన్‌లు అనబడు నాలుగు అవాంతర భేదములు కలవు.

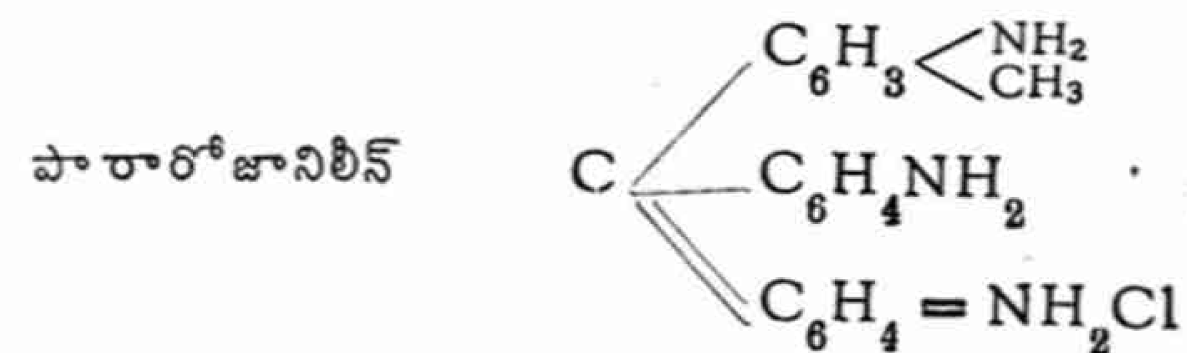
**రోజానిలీన్‌రంగులు :** ఇవి లవణాధారగుణము కలవి. ఇందులో ఎమీనోగణము ఆక్సోక్రోమ్ (సహకారి వర్ణధారకము)గా ఆచరించును.

రోజానిలీన్

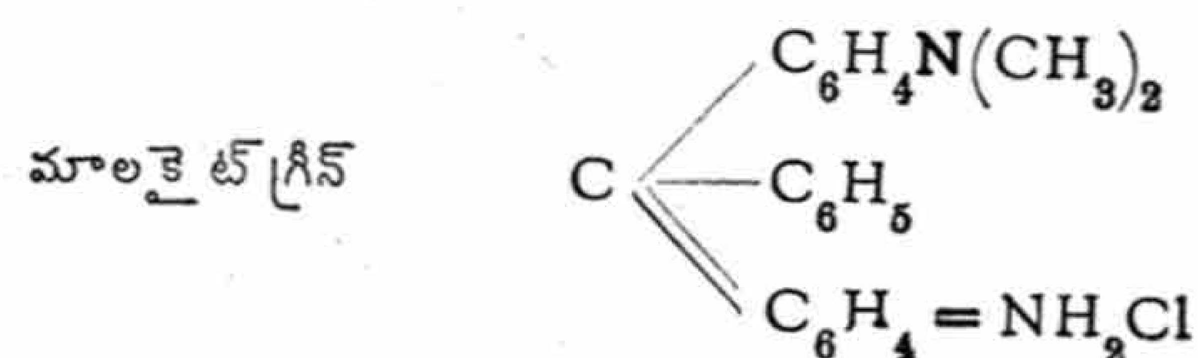



క్వినోనాయిడ్ రచనగల ఫీనిల్ గణము

పారారోజానిలీన్



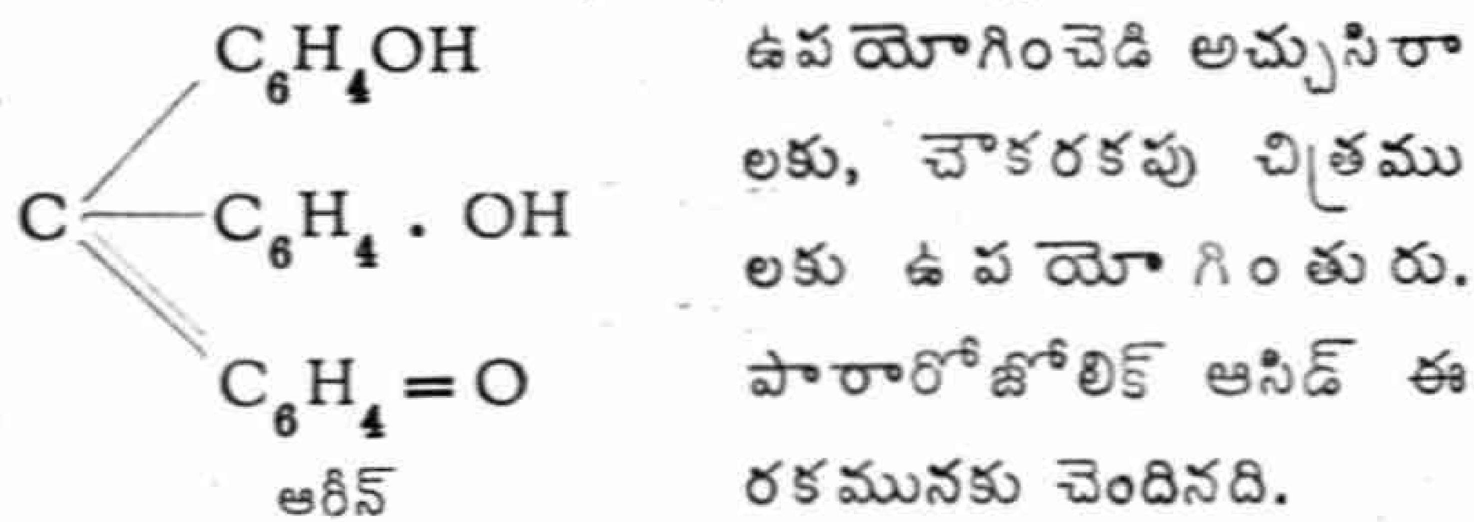

మాలకైట్ గ్రీన్




* సబ్‌స్టాంటివ్ అనగా వర్ణబంధకము యొక్క ఆవశ్యకత లేనిదే వస్త్రమునకు అత్తుకొను రంగు.

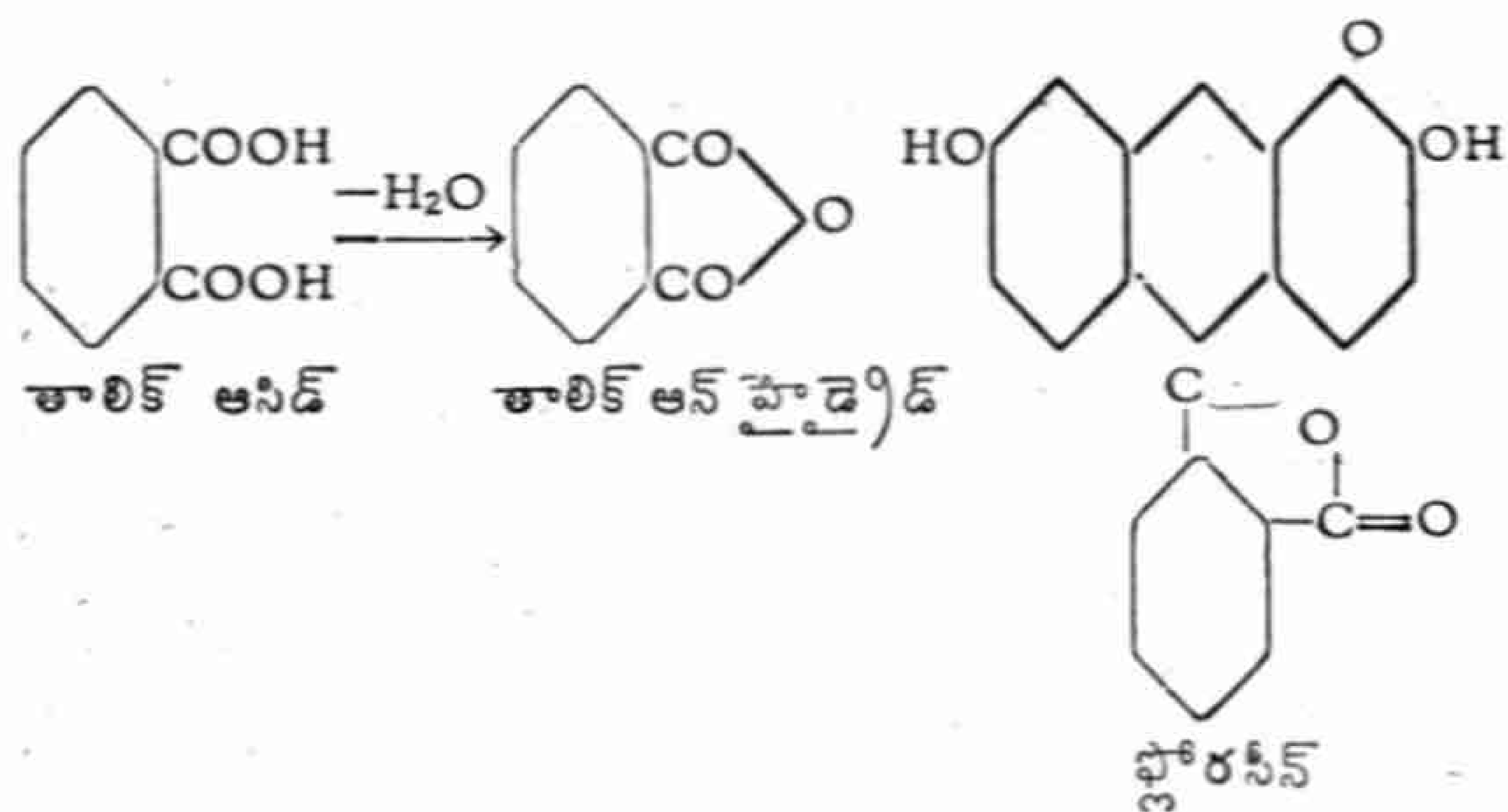
రోజానిలీన్ ఎరుపును. పారారోజానిలీన్ ఊదాతో కూడిన ఎరుపును, మాలకైట్ గ్రీన్ ఆకుపచ్చని ఛాయలను ఇచ్చును. ఈ ఛాయలు స్థిరమైనవి కావు. కాని పై రచనలు గల రంగుల సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు, మెథిల్ ప్రతిస్థాపితవ్యుత్పన్నములు వెలియని ఛాయలను ఇచ్చును.

ఆరీన్ రంగులు : ఇవి ఉత్తమ తరగతికి చెందినవి కావు. వీటి ధాతుయౌగికము (లేకు)లను ముద్రణాలయములో ఉపయోగించెడి అచ్చుసిరాలకు, చౌకరకపు చిత్రములకు ఉపయోగింతురు. పారారోజోలిక్ ఆసిడ్ ఈ రకమునకు చెందినది.

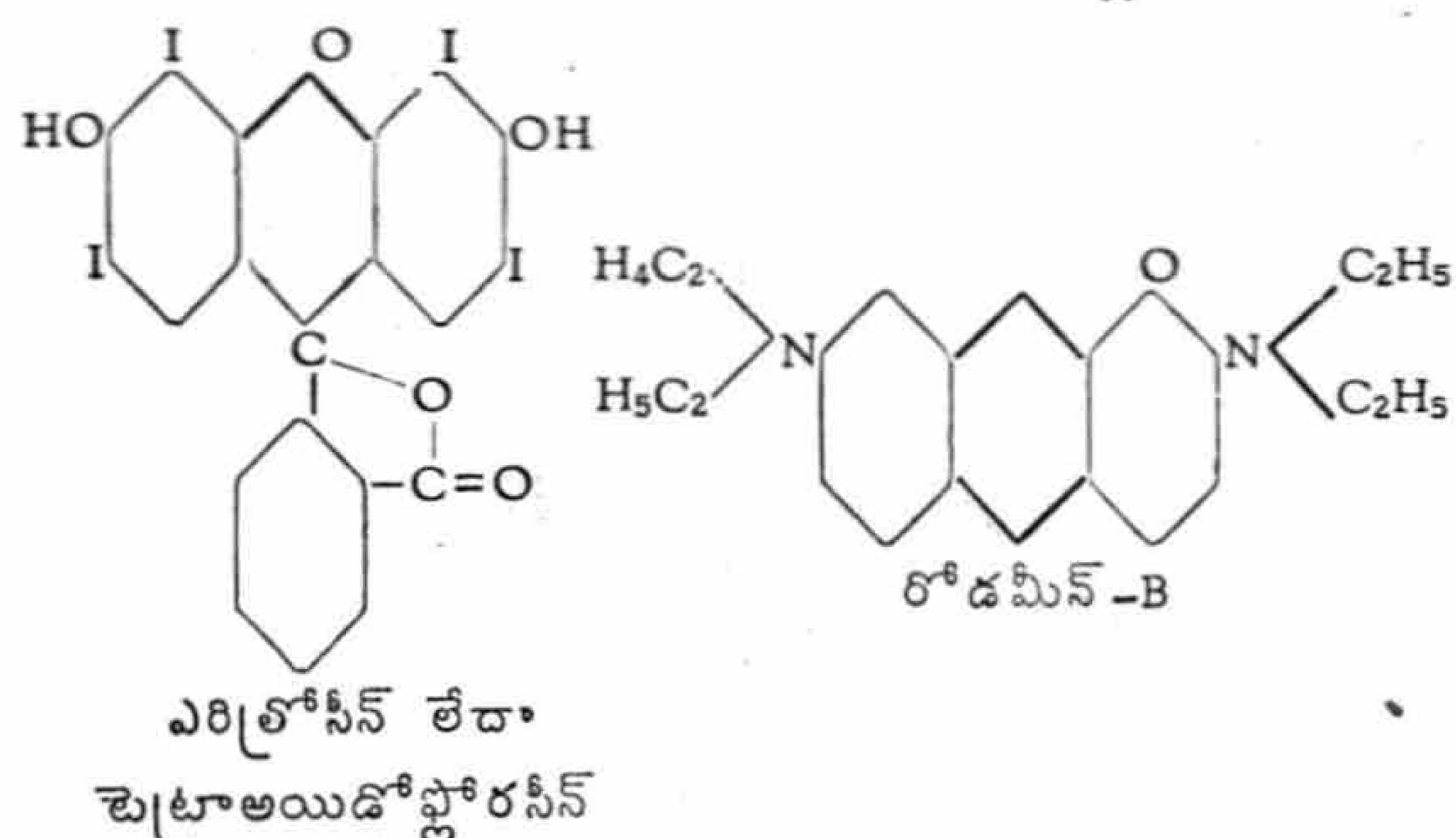


ఆరీన్

థాలిన్ రంగులు : థాలిక్ అన్‌హైడ్రైడ్ నుండి తయారైనవి. ఈ తరగతికి చెందిన ఫ్లోరసీన్ అద్దకమునకు అంతగా పనికిరాక పోయినను దీనినుండి తయారైన హేలోజన్ వ్యుత్పన్నములు ముఖ్యమైనవి. ఎరిత్రొసీన్ అనునది టెట్రాఅయిడోఫ్లోరసీన్. ఇది పట్టునకు ఊదాతో కూడిన ఎరుపురంగును ఇచ్చును. ఇయోసిన్ అనునది టెట్రాబ్రోమోఫ్లోరసీన్. ఇది పట్టుకు ఎర్రటి ఛాయలను ఇచ్చును. ఎర్రసిరాలోని ద్రవ్యము ఇదియే.



థాలిక్ ఆసిడ్ థాలిక్ అన్‌హైడ్రైడ్ ఫ్లోరసీన్



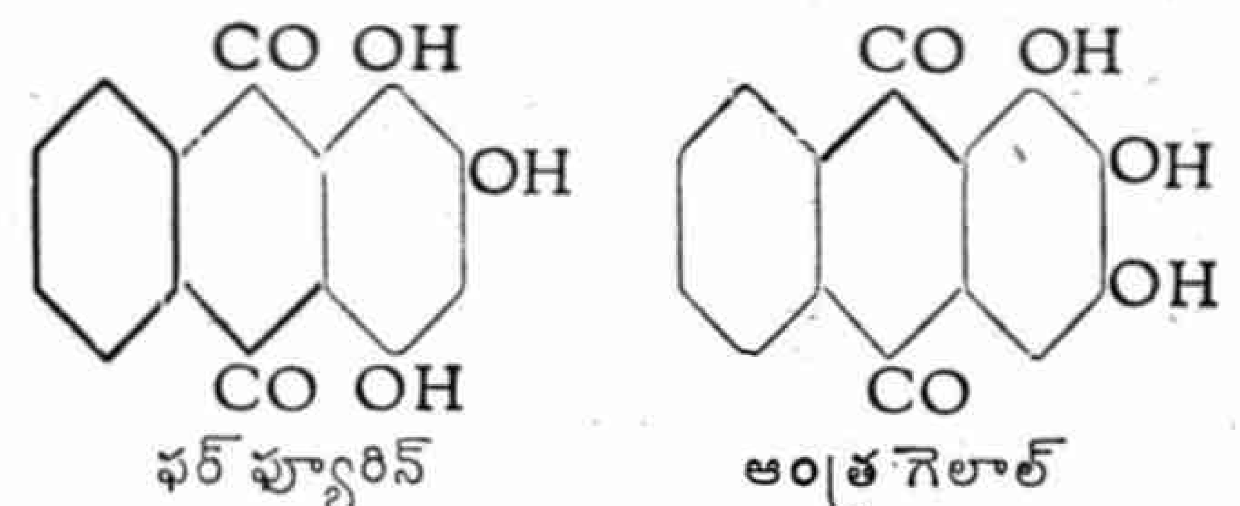
ఎరిత్రోసీన్ లేదా టెట్రాఅయిడోఫ్లోరసీన్

రోడమీన్-B

రోడమీన్‌లు ; ఇవి లవణాధార గుణముగల థాలిన్ రంగులు. రోడమీన్-B ఈ తరగతికి చెందినది. ఇవి ఎర్రటి వర్ణములను ఇచ్చు అద్దకపు రంగులలో చాల ఉత్తమమైనవి.

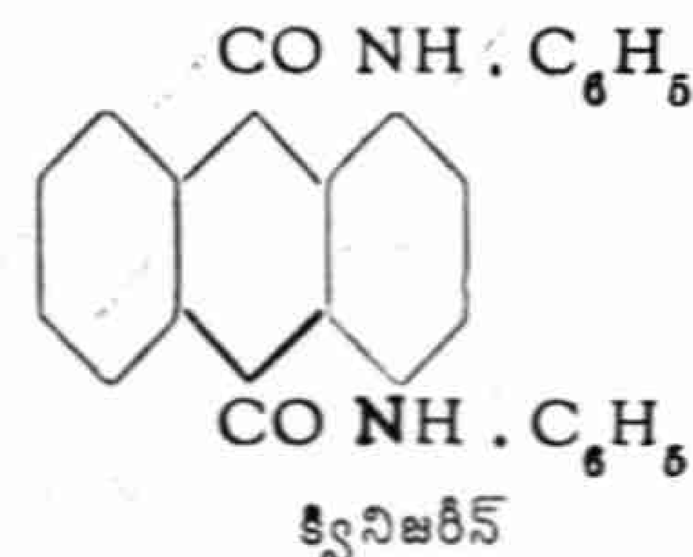
ఆంత్రక్వినోన్ రంగులు : వీటినే అలిజరిన్ రంగులందురు (చూ. అలిజరిన్-పు. 509) ఆంత్రక్వినోన్ యౌగికమునకు పసుపుపచ్చరంగు ఉన్నను అద్దకమునకు పనికిరాదు. దీని హైడ్రాక్సీ, నైట్రో, ఎమినో, సల్ఫోనిక్ అమ్లవ్యుత్పన్నములు అద్దకమునకు చాల ప్రశస్తమైన రంగులు. ఇవి వర్ణబంధకభేదముతో వేరువేరు ఛాయలను ఇచ్చును. ఈ జాతికి చెందినఅలిజరిన్, అల్యూమినియముతో గులాబిరంగు, తగరముతో ఎరుపుఛాయ, ఇనుముతో ఊదాఛాయలను ఇచ్చును.

ఫర్‌ప్యూరిన్ : ఫర్‌ప్యూరిన్ శ్రేష్ఠమైనరంగు కాదు. ఆంత్రగెలాల్ గోధుమఛాయలను ఇచ్చును. ఇది మార్డెంట్ రంగులలో చాల ముఖ్యమైనది.



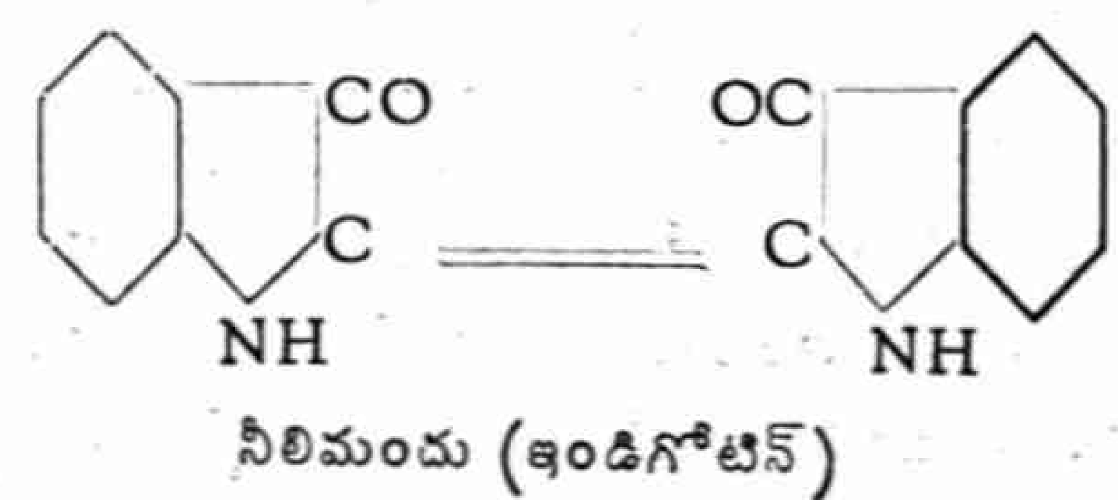
ఫర్‌ప్యూరిన్ ఆంత్రగెలాల్

ఆంత్రక్వినోన్‌లో ఎమినోఫినిల్ గణములున్న రంగు క్వినిజరిన్. దీని డైసల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ మంచి రంగు.



క్వినిజరిన్

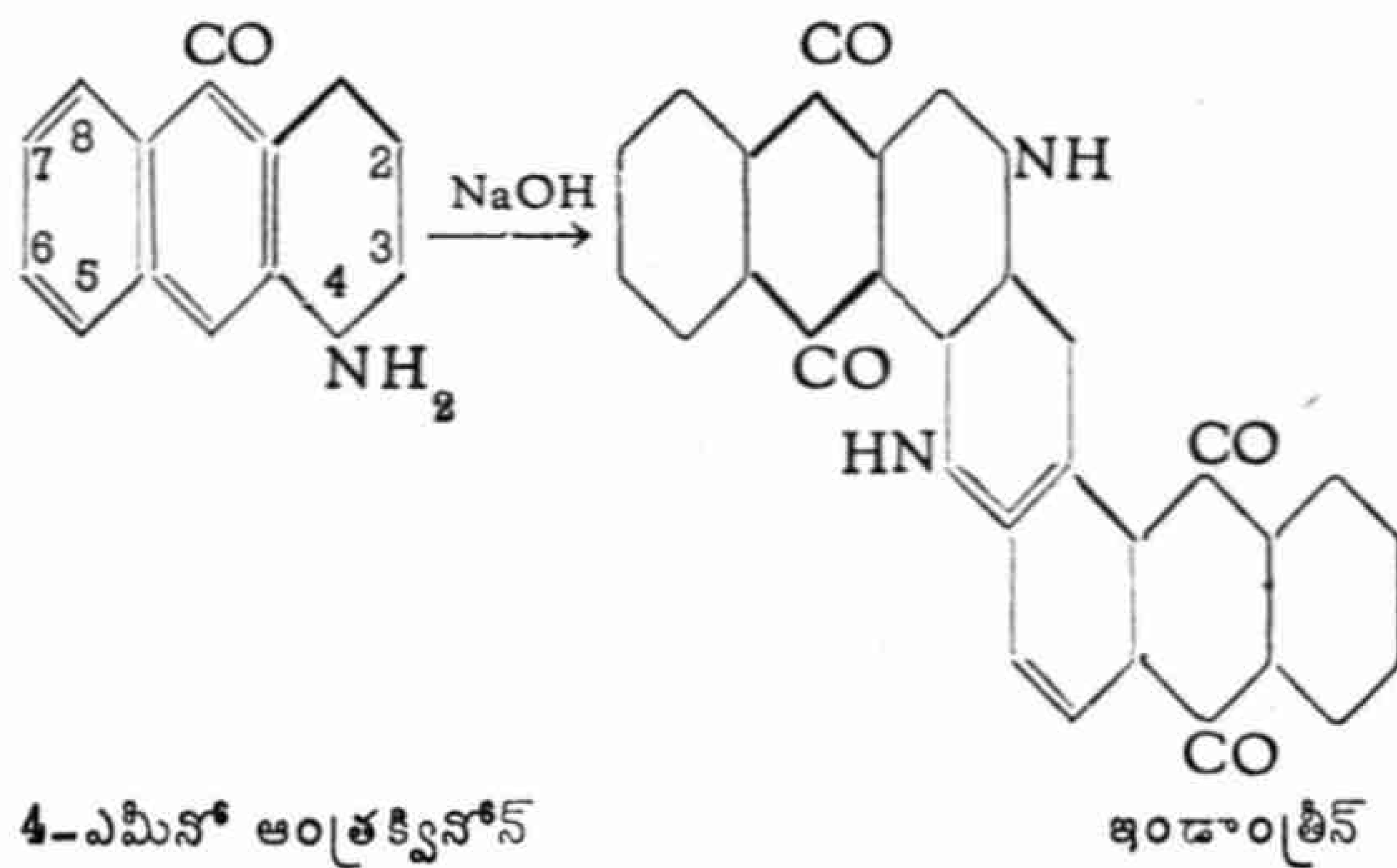
ఇండిగాయిడ్‌రంగులు : నీలిమందుసంబంధమైన రంగులు సహజమైనవర్ణములలోకెల్ల శాశ్వతమైనఛాయలను ఇచ్చు నీలిమందు ఈజాతికి చెందినది. నీలిమందు ఇండియాలో విరివిగా పండుచుండెడిది. నీలిమందుచెట్టును పూతకువచ్చు సమయమునకు కోసి నాలుగైదు రోజులు గాలి జారించుచు కుండీలలో నీటిలో ఊరబెట్టుదురు. మొక్కలలోనున్న ఇండికన్ అను గ్లూకోసైడ్ యౌగికమును నీరు గ్రహించును. ఆమొక్కలో నుండు ఒక ఎన్‌జైమ్ ప్రభావముచ ఈ గ్లూకోసైడ్, నీలిమందు (ఇండిగోటిన్), గ్లూకోస్‌గా విడిపోవును. నీలిమందు కుండీలలో మడ్డిగా క్రిందికి దిగిపోవును. దీనిని పైకితీసి వడియగట్టి ఆరబెట్టి ఎగుమతి చేయుదురు.



నీలిమందు (ఇండిగోటిన్)

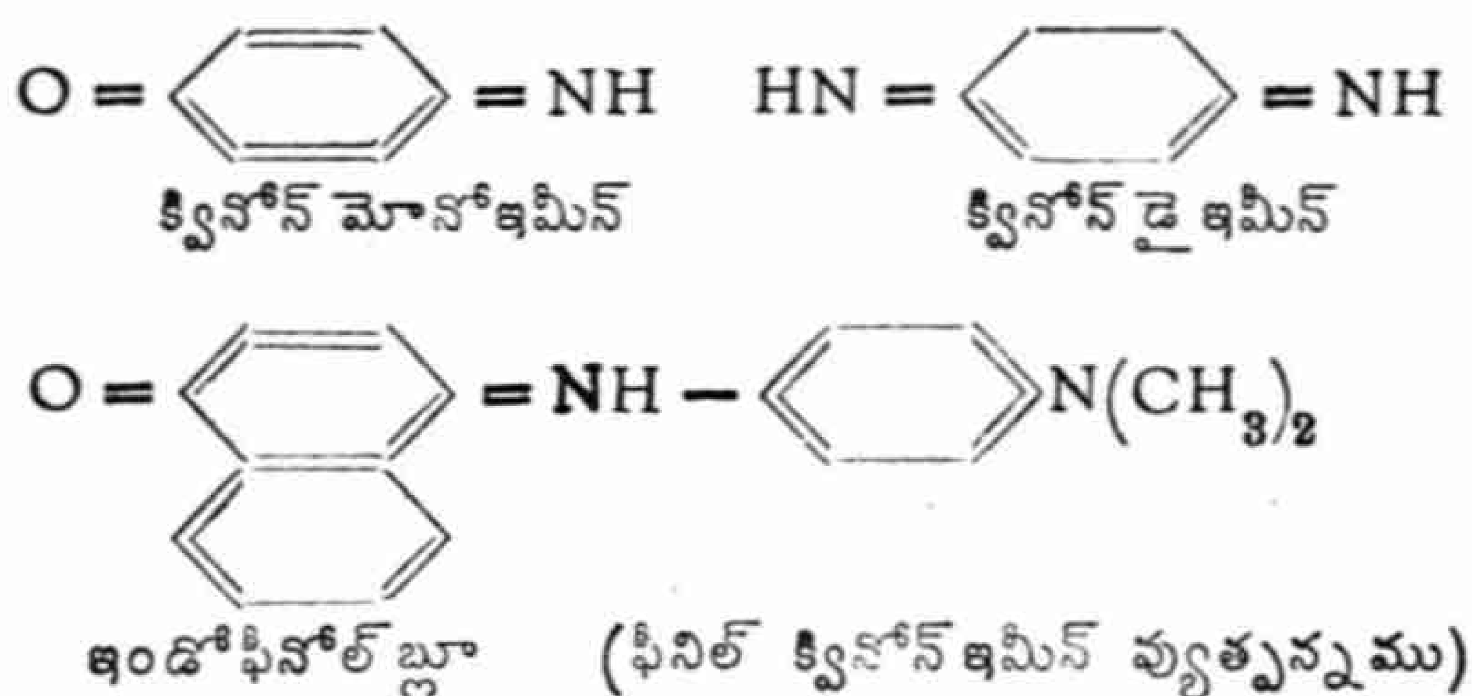
1880 లో బేయర్ అను జర్మనురాసాయనికుడు నీలి మందును కృత్రిమముగా నాఫ్థలీన్ నుండి తయారుచేసెను. దీనిని మరొకజర్మనురాసాయనికుడు వాణిజ్యవిజయముగా నిర్వహించెను. నాఫ్థలీన్ నుండిగాని, అనిలీన్ నుండిగాని నీలిమందును చౌకగా తయారుచేయవచ్చును. జర్మనీలో జయప్రదముగా కొనసాగించిన నీలిమందు పరిశ్రమ వలన, భారతదేశమునందు నీలిమందు పరిశ్రమ మొదలంట నశించినది. నీలిమందుయొక్క టెట్రాహేలొజన్ వ్యుత్పన్నములు చాల ప్రశస్తమైనవి; ఇవి చక్కని ఛీనాలిరంగులను ఇచ్చును.

ఇండాంత్రీన్‌రంగులు : 'బోన్' అను శాస్త్రజ్ఞుడు ఈరంగును కనిపెట్టెను. 4-ఎమినోఆంత్రక్వినోన్‌ను కాస్టిక్ సోడాతో ఉడకబెట్టినచో ఇండాంత్రీన్ లభ్యమగును. ఇది నూలుబట్టలకు వాట్* రంగుగా వాడదగినది. ఇవి లవణాధారద్రవ్యములు. గాఢముగా స్థిరమైన నీలిఛాయలనిచ్చును; బ్లీచింగు చేసినను ఛాయలు కగ్గవు.



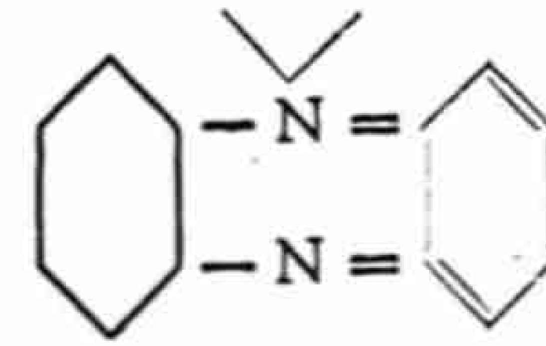
4-ఎమినో ఆంత్రక్వినోన్ — ఇండాంత్రీన్

క్వినోన్ ఇమీన్‌రంగులు : ఇందు 1. పారాక్వినోన్ ఇమీన్ రంగులు; 2. ఆర్థోక్వినోన్ ఇమీన్‌రంగులు అని రెండు రకములు కలవు. రెండవరకపురంగులు చాలశ్రేష్ఠమైనవి. మొదటిరకమునకు చెందిన ఇండమీన్, ఇండోఫీనోల్




అనునవి శ్రేష్ఠమైనవికాకున్నను, వాటినుండి తయారగు సల్ఫర్ రంగులు ప్రశస్తమైనవి. ఇండోఫీనోల్ బ్లూ ఈ తరగతికి చెందిన వాట్ రంగు. ఇది శాశ్వతమైన ఛాయలను ఈయదు. కాని దీనినుండి తయారగు సల్ఫర్ రంగులు చాల ప్రాముఖ్యమును పొందినవి.

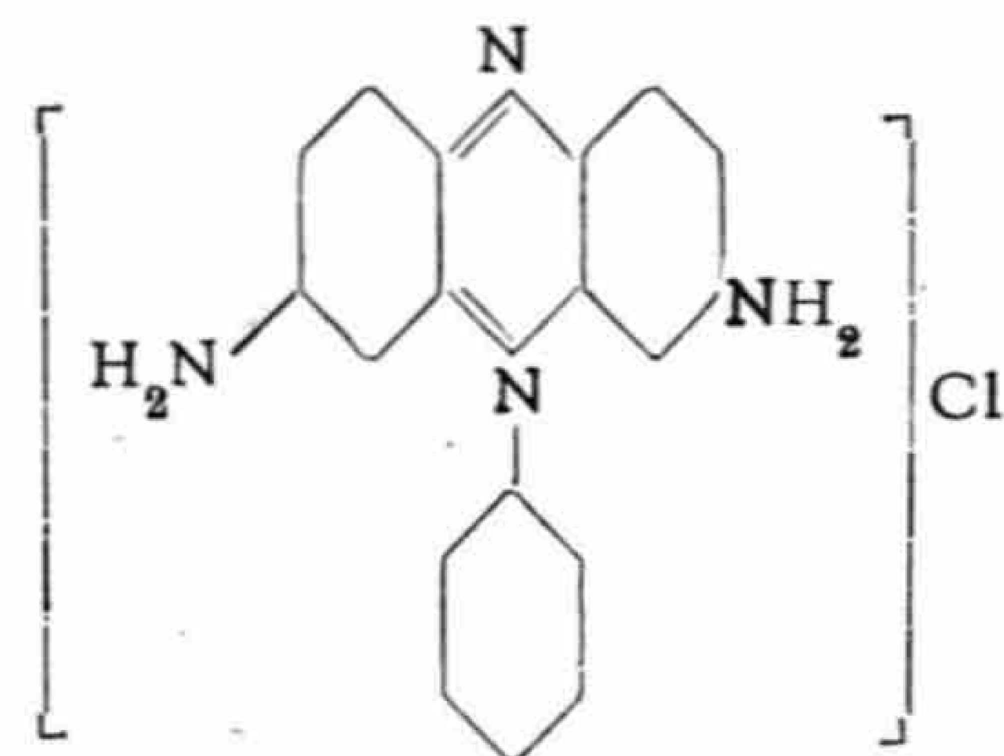
క్వినోన్ఇమీన్ క్వినోన్ రచనలోనున్న రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులనుగాని, లేదా ఒకదానినిగాని ఇమీనో




గణముచే తొలగింపగా వచ్చు యౌగికము. ఏజైన్‌తరగతి రంగుల రచనలో ఈ ప్రక్కనున్న విశిష్టరచనైకాంక ముండును.

ఆక్సీఏజైన్ రంగులలో నుండు విశిష్ట $R\langle N, O \rangle R_1$ రచన ఇందు R బెన్జీన్ వలయము; $R_1$ బెన్జీన్ వలయముగాని, లేదా నాఫ్థలీన్ వలయముగాని కావచ్చును.

థైఏజైన్‌తరగతిరంగులరచనలో ఉండు విశిష్టరచన $R\langle N, S \rangle R_1$ ఆర్థోక్వినోన్ ఇమీన్ తరగతికిచెందిన రంగులు ఉత్తమజాతి ఛాయలను ఇచ్చును. ఇందులో ఏజైన్, ఆక్సీఏజైన్, థైఏజైన్ అను మూడు యౌగికముల నుండి వ్యుత్పన్నములైన మూడు రకముల రంగులు కలవు. ఏజైన్ తరగతికి చెందిన రంగులు బహుశ్రేష్ఠమైన ఎరుపు, ఊదా ఛాయలను ఇచ్చును. సాఫ్రనీన్, టానిన్ మార్డెంట్‌తో మనోరంజకమైన ఎర్రని ఛాయలను ఈయగలదు.

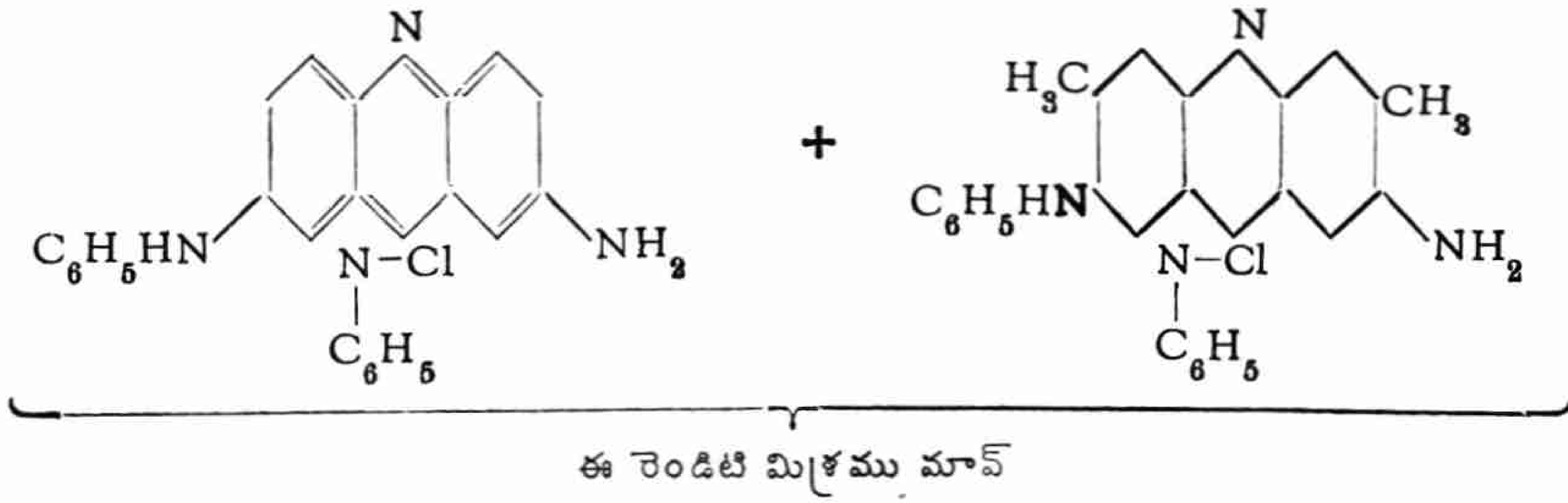


ఏజైన్ జాతికిచెందిన, సాఫ్రనీన్ రంగు

పెర్కిన్‌చే నిర్మించబడిన మొట్టమొదటి కోల్ తారు రంగు 'మావ్' అనునది సాఫ్రనీన్ రంగే. 'మావ్' రెండు

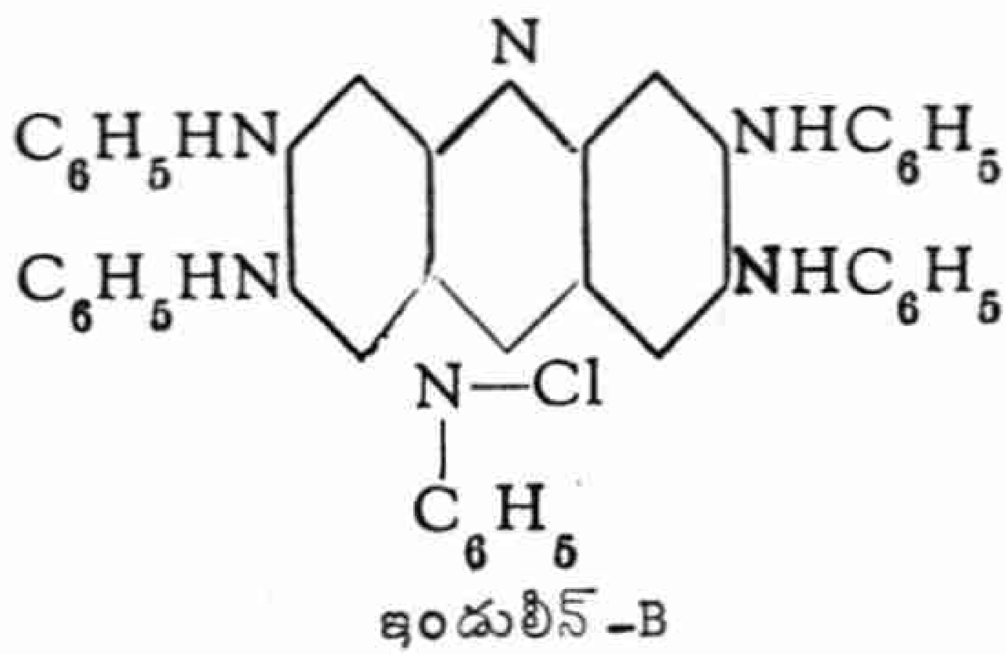
* కొన్నిరంగులు నీటిలోకరగవు, కాని వాటిని ఆక్సీహరించినపుడు రంగుపోయి నీటిలో కరగును. ఈద్రావణములో బట్టను ముంచి దానిని గాలికెదురుపెట్టినచో బట్టపై రంగు మరల ఏర్పడును. ఇట్టివాటిని వాట్‌రంగులందురు (నీలిమందు).

రంగులమిశ్రమని చూపబడినది. ఎర్రటి ఊదాఛాయలను ఇచ్చును, గనుక దీనికి 'మావ్' అని పేరు వచ్చినది.




ఈ రెండిటి మిశ్రము మావ్

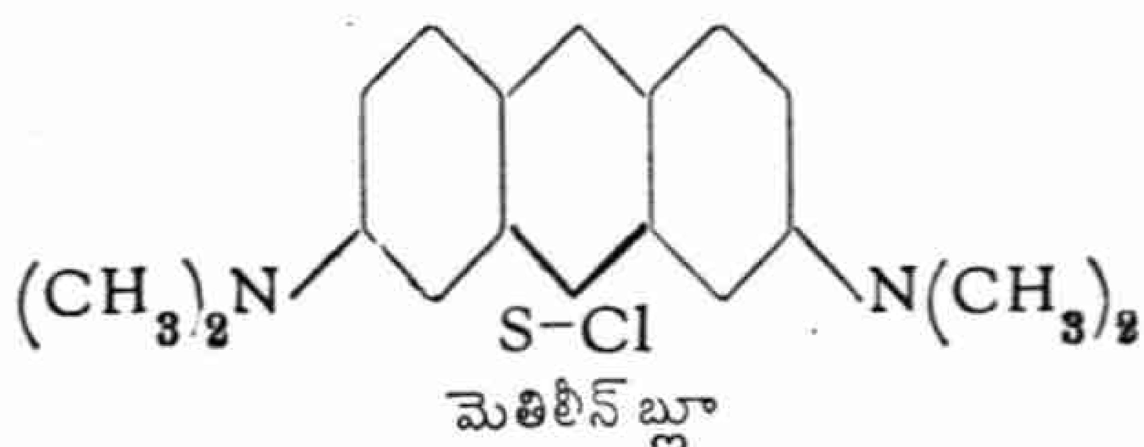
ఇండులీన్-B మంచి నీలిఛాయలను ఇచ్చును. దీనిసల్ఫోనిక్ ఆసిడ్‌ను సిరాలను తయారుచేయుటకు వాడుదురు.




ఇండులీన్-B

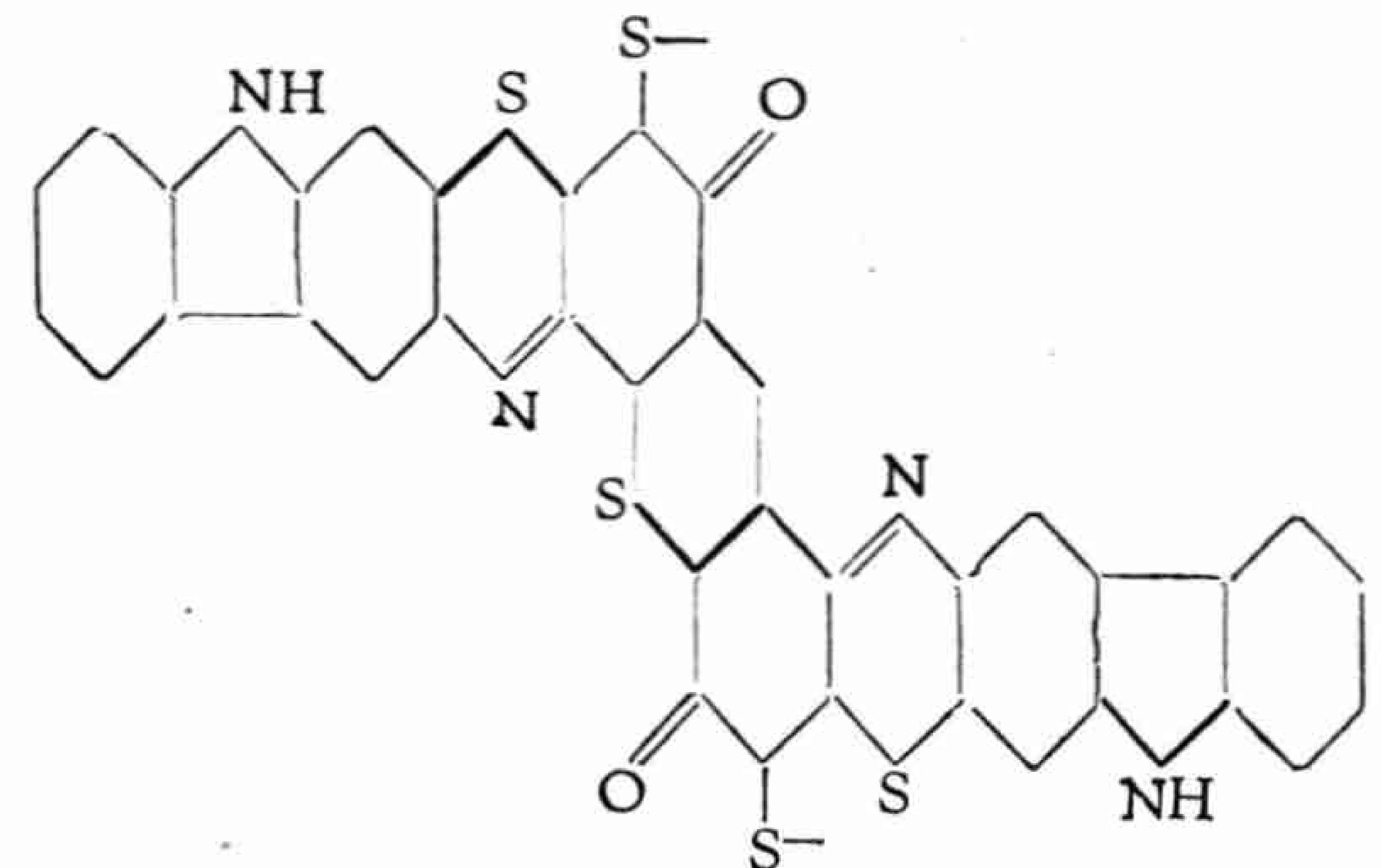
**అనిలీన్ బ్లాక్ :** అనిలీన్ బ్లాక్ (నలుపు) కూడ ఈ తరగతికిచెందిన రంగే. దీనిని వస్త్రముమీదనే నిర్మించవచ్చును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో ఆమ్లీకృతమైన అనిలీన్‌లో వస్త్రమును ముంచి, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణముతో కలిపి ఉడకబెట్టుటవలన వస్త్రమునకు ఈరంగు అంటును. ఇది ఎండలలోగాని, ఉతికినప్పుడు గాని ఛాయపోని నల్లటిరంగు. దీని అణురచన అత్యంత క్లిష్టము.

మెథిలీన్‌బ్లూ థైయజైన్‌వ్యుత్పన్నము. దీని నైట్రో వ్యుత్పన్నము ఎతిలీన్‌గ్రీన్ ; శ్రేష్ఠమైన ఆకుపచ్చనిఛాయలను ఇచ్చును. మెథిలీన్ బ్లూరంగును వైద్యమునందు కూడ వాడుదురు.




మెథిలీన్‌బ్లూ

**సల్ఫర్ రంగులు :** ఈ తరగతికిచెందిన మొదటిరంగులో రంపపు పొట్టు గంధకము, కాస్టిక్‌సోడాతో కలిపి ఉడికించి 1873 లో తయారుచేసిరి. దీనిలో నూలుపోగులను ముంచి పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్‌తో ఆక్సీకరించినచో గోధుమఛాయలు వచ్చెడివి. ఇప్పుడు ప్రశస్తమైన సల్ఫర్ రంగులు తయారగుచున్నవి. నీలి, ఆకుపచ్చ, పసుపు, నారింజ, ఎరుపు, ఊదా, కాకీ రంగులను ఇచ్చు విధానములను కనుగొనిరి. ఇందులో సబ్‌స్టాంటివ్ మార్డెంట్ వాట్ రంగుల రకములు కలవు. వీటిని తయారుచేయుటకు ఎమినోఫినోల్, ఇండోఫినోల్, బెన్జిడీన్ లేదా వీటి నైట్రో, హేలొజన్‌వ్యుత్పన్నములను ముడిద్రవ్యములుగా ఉపయోగింతురు. వీటిని సోడియమ్‌సల్ఫైడ్‌తో నీటిలోగాని, ఆల్కహాల్‌లోగాని ఉడకబెట్టుదురు. ఇట్లు తయారైనరంగులను సాధారణముగా వాట్‌రంగులవలె వాడుదురు.




హైడ్రాన్‌బ్లూ నీలిరంగు, నీలిమందుకన్న మంచిది.

వీటికొకఉదాహరణము : ఇండోఫినోల్‌నుండి తయారైన హైడ్రాన్‌బ్లూ. ఇది చాల ప్రశస్తమైన నీలిరంగు ; నీలిమందుకు ప్రతిస్పర్ధి. విడాల్ (1893) అనునతడు ఈ రకపురంగులను ఎన్నిటినో తయారుచేసెను.

**అద్దకపురంగుల వర్గీకరణము - అద్దకప్రక్రియ :** ఇంతకుముందు వాటిరాసాయనికరచనను ఆధారము చేసికొని కృత్రిమవర్ణద్రవ్యములు వర్గీకరించబడినవి. ఇక్కడ అద్దకములో వెలువడు గుణములనుబట్టి రంగులవర్గీకరణమును విచారింతము.

**బేసిక్ రంగులు :** ఇవి లవణాధారములు గలవి. ఇవి రంగులు గల మూల యౌగికముల హైడ్రోక్లోరైడ్‌లు. వీటియందుండు ఎమినో ($NH_2-$), డైమెథిల్ ఎమినో [$N(CH_3)_2$], డైఎతిల్ ఎమినో [$N(C_2H_5)_2-$] మొదలైన గణములవల్ల వీటికి లవణాధార ధర్మము చేకూరినది.

**ఆమ్లవర్ణద్రవ్యములు :** ఆమ్లగణములు, అందులో ముఖ్యముగా సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్ గణము ($SO_3H$) ఉన్న రంగుల లవణములు.

ఈ పై రెండుతరగతుల వర్ణద్రవ్యములును పట్టు, ఉన్ని, తోలు, ఈకలు మొదలగు జంతుఉత్పన్నమైన తంతువులకు మార్డెంట్ లేకుండా రంగునిచ్చును.

**మార్డెంట్ రంగులు :** వర్ణబంధక ద్రవ్యముతోగాని ఈ రంగులు పట్టవు. వీటిరచనలో OH గణములు కాని, —COOH గణములుకాని ఉండును. ఈ గణములు ఉండుటచే ఇవి అల్యూమినియము, క్రోమియమ్, రాగి, ఇనుము ధాతుహైడ్రాక్సైడ్‌లతో 'లేకులు' అనెడి సమన్వితయౌగికములను (వెర్నర్ యౌగికముల) ఈయగలవు. పూర్వము వాడుక యందుండెడు సహజవర్ణద్రవ్యము లన్నియు మార్డెంట్ రంగులే. కృత్రిమమార్డెంట్ రంగులలో చాలరకములు ఆమ్లగణములు (—COOH గాని, —$SO_3H$ గాని లేదా రెండునుగాని) ఉండును. అందువలన వీటిని ఆమ్లమార్డెంట్ రంగులు అనవచ్చును. మార్డెంట్ అద్దకములో లభ్యమగు ఛాయలు తక్కిన రంగులతో లభ్యమగువాటికన్న క్షారములకు లొంగకుండ శాశ్వతముగా ఉండును.

**ప్రత్యక్ష (సబ్‌స్టాంటివ్) వర్ణద్రవ్యములు :** ఈ రంగులు తటస్థ లేదా క్షార పరిసరములలో నూలులేదా ఇతర వృక్షసంబంధమైన తంతువులకు మార్డెంట్ సహాయము లేకుండగనే అంటుకొనును; కాని వీటిఅద్దకమునకు ఆమ్ల పరిసరము ఆవశ్యకము. కృత్రిమ రంగులలో చాలవరకు ఈరకమునకు చెందినవి.

**వికాసిత వర్ణములు :** క్రమేణ బయలుపడు స్వభావము కలిగియుండుటచే 'వికాసిత వర్ణములు' (డెవలెప్‌డ్ కలర్స్) అని పేరు వచ్చినది. ఈతరగతుల రంగులో $NH_2$ గణము గలిగిన యౌగికములను గుడ్డలమీదనే రాసాయనికముగా మార్చి వెలియని రంగులుగా ఒనరించ వచ్చును. ఈ విధముగా వికాసితమగురంగులు సాధారణముగా అజో వర్ణ ద్రవ్యములై ఉండును.

**తొట్టెరంగులు :** ఈ రంగులు నీటిలో కరగవు. కాని ఆక్సీహరించబడిన తరువాత లభ్యమగు ల్యూకో అను రంగులేని యౌగికము, నీటిలో కరగును. ఆక్సీహరించిన రంగును నీటిలో కరగించి, దానిలో బట్టనుముంచి, గాలిలో ఆరబెట్టినచో, గాలిలో నున్న ఆక్సిజన్ వలన ల్యూకో యౌగికము ఆక్సీకరించబడి మరల బట్టపై వర్ణ ద్రవ్యము ఏర్పడును. నీలిమందు ఈ జాతి రంగులకు మంచి దృష్టాంతము.

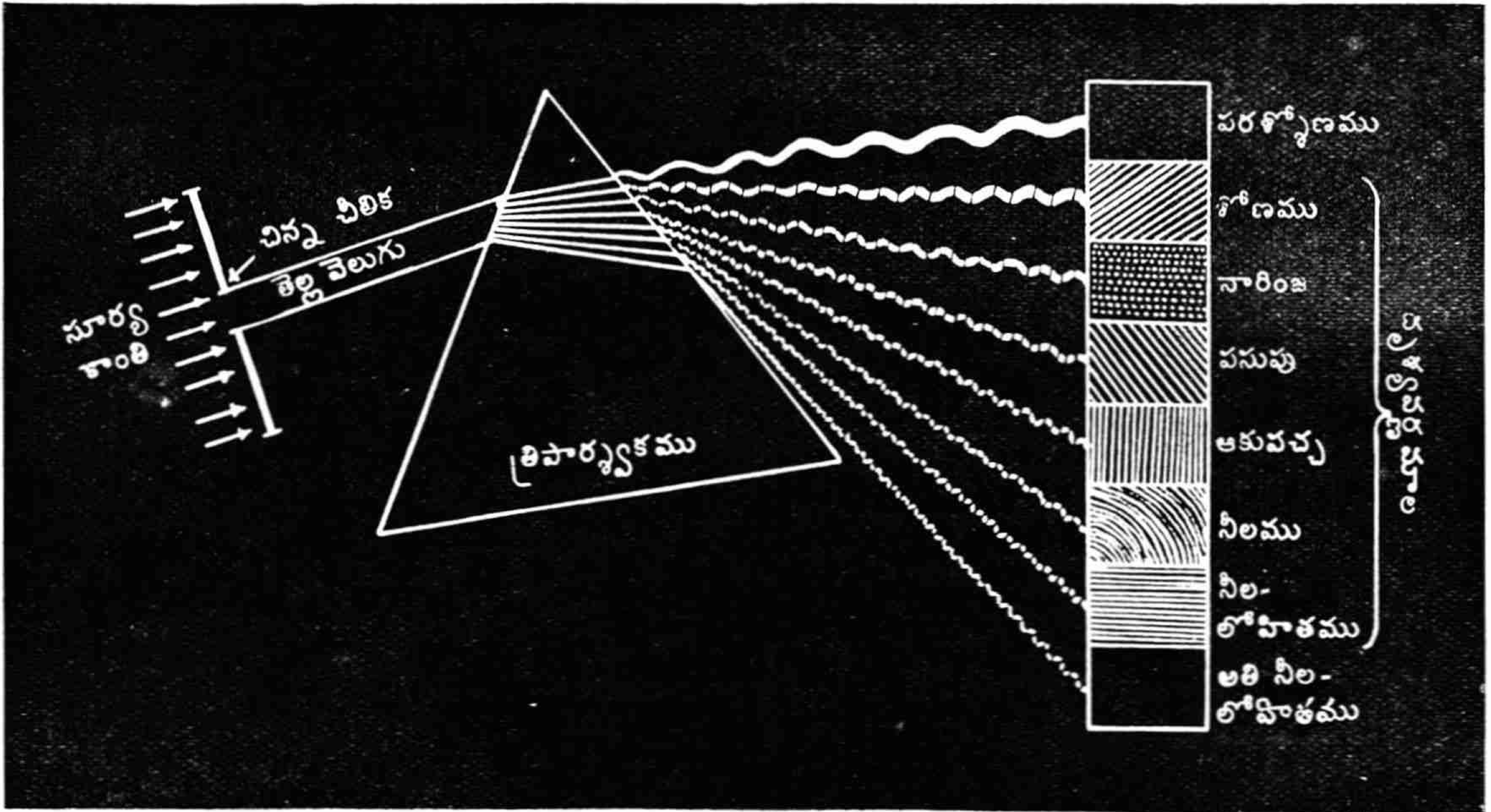
అద్దకములో బట్టపోగులకు రంగు ఎట్లు పట్టును ? ఈ ప్రశ్నకు రెండు సమాధానములు ఉన్నవి. మొదటిది రాసాయనిక సమాధానము: జంతుఉత్పన్నములగు తంతువుల అణురచనలో (-COOH, -$SO_3H$) (-$NH_2$,-OH) గణములు ఉండుటచే ఇవి లవణాధార లేదా ఆమ్లవర్ణ ద్రవ్యములచేత తటస్థీకరింపబడి స్థిరమైన లవణస్వభావము గల వర్ణద్రవ్యము తంతువులపై తగుల్కొనును. రెండవ సమాధానము అద్దకములోని ముఖ్యప్రక్రియను అధిచూషణ సంఘటనయని వివరించును. కాని ఇటీవల ఎలక్ట్రానిక్ యోజనీయతా సిద్ధాంతములు వెలువడిన తరువాత, ఈ రెండు సమాధానములకును వాస్తవికమైన భేదమేమియు లేదని తేలినది. ఏలన అధిచూషణకూడ వస్తువుపై అవ్యాపృతమై, స్వేచ్ఛగానున్న యోజనీయతాబంధముల కారణముననే కలుగునని నిరూపితమైనది. **ఎల్. ఆర్. ఆర్.**

**వర్ణమాల :** కాంతిస్వభావసత్యమును బయటపెట్టుటకు ప్రయత్నించినవారలలో న్యూటన్ మొదటివాడని భౌతికశాస్త్రసంగ్రహ సమీక్ష (చూ. పు. 19-27) లో తెలిసికొంటిమి. సూర్యకాంతిని పట్టకముచే ఇంద్ర ధనస్సు రంగుల క్రింద వేరుపరచి చూపించినవాడు న్యూటన్. 1 వ పటములో న్యూటన్ ఉపయోగించిన ఉపకరణ సన్నివేశము కాంచనగును.

తెల్ల వెలుగుయందున్న వేరువేరురంగులుగల ఘటకములను వేరువేరుకోణములలో వంచి పట్టకము వాటిని విడదీయును. ఎరుపు అన్నిటికన్న తక్కువగా వంగును, ఊదా (నీలలోహితము) అన్నిటికన్న ఎక్కువగా వంగును. మధ్యనున్నరంగు మధ్యరకముగా వంగును. ఈ రంగుల వరుసకు 'అవిచ్ఛిన్నవర్ణమాల' అనిపేరు.

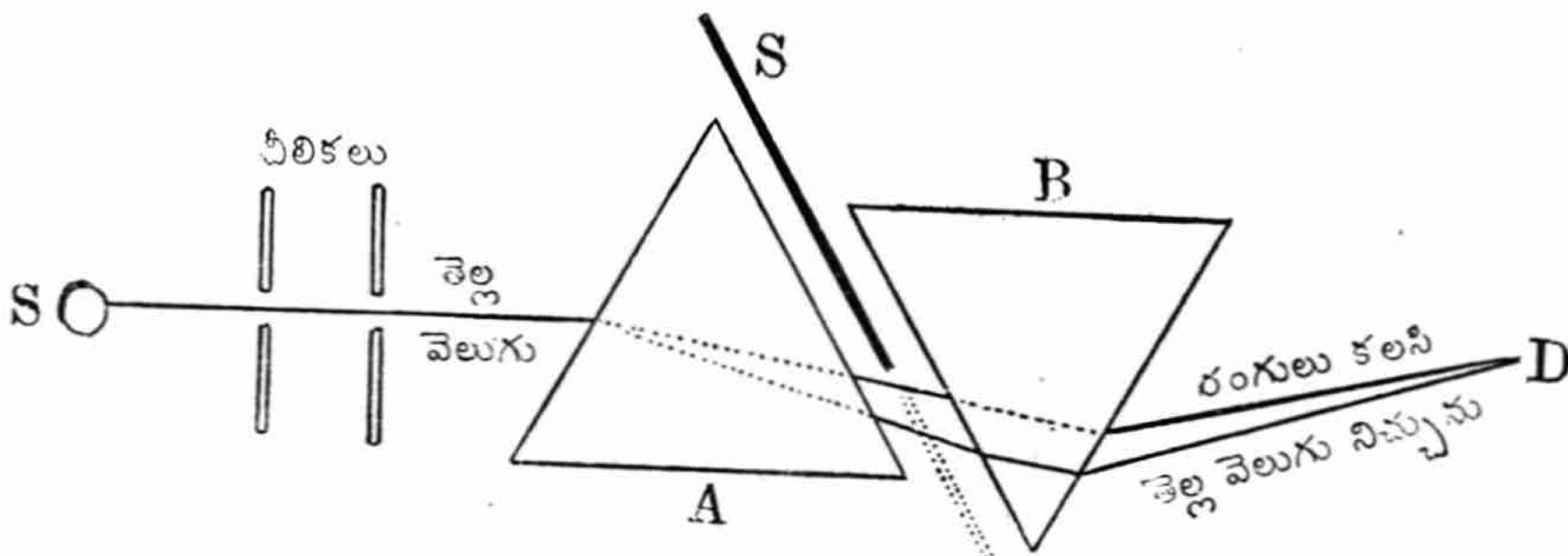
ఒక పట్టకముచే విశ్లేషితమైనకాంతిని మొదటి పట్టకమునకు తలక్రిందులుగా ఉంచబడిన రెండవ పట్టక సహాయమున మరల తెల్ల వెలుగగునట్లు కలిపి, శుభ్రకాంతి (తెల్ల వెలుగు) వివిధవర్ణములు గల కాంతుల సమ్మేళనము అను నిష్కర్షను న్యూటన్ ప్రయోగమునే సమర్థించెను. S అను ప్రభవస్థానమునుండి బయలుదేరిన మిశ్రకాంతిని, సమానాంతర కిరణశలాకగా సవరించుటకు రెండు సమానాంతరముగా అమర్చిన చీలికలగుండా అతడు పంపించెను. A అను పట్టకముపై పడనిచ్చిన దాని నుండి బయటకువచ్చిన కాంతి వర్ణఘటకములక్రింద వేరై అగపడును (చూ. 2 వ పటము). ఈ రెండు పట్టకముల మధ్య తెల్లటితెర ఒకదానిని అమర్చిన వర్ణమాల గోచరించును. ఈ వర్ణమాల తిరిగి 'B' అను తలక్రిందులుగా ఉంచబడిన రెండవ పట్టకముగుండా బయటికి వచ్చుటలో విశ్లే

షిత కాంతులన్నియు కేంద్రీభవించి తిరిగి తెల్ల వెలుగు ఏర్పడును. అందుచే తెల్ల వెలుగు అనునది ఎరుపు, నారింజ, పసుపు, ఆకుపచ్చ, నీలము, నీలిమందు, ఊదా వర్ణముల సంయోగము.




1 వ పటము : తెల్లవెలుతురును పట్టకము (త్రిపార్శ్వకము) చే విశ్లేషించుట

సూర్యుని కాంతియే కాక దీప్తిమంతమైన ఏద్రవ్యమునుండి జనించు కాంతి యైనను పట్టకము గుండా విశ్లేషితమైనప్పుడు అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాలను ఈయగలదు. కణకణలాడు నిప్పు, ఎర్రగా కాలిన అయఃపిండము, విద్యుత్ దీపగోళమందు కానవగు టంగ్‌స్టన్ తీగవంటి ఘనద్రవ్యములు, కరగిన వెండివంటి ద్రవద్రవ్యములు, అత్యధిక ప్రేషములో దీప్తిమంతముగా చేయబడిన వాయువులు వైకిపంపు కాంతిని పట్టకసహాయమున అవిచ్ఛిన్న వర్ణమాలగా విడదీయవచ్చును. కాంతి కూడ విద్యుదయస్కాంత సంఘటన; అది తరంగరూపమున తరంగ అంతరాళమున ప్రసరించుననియు చెప్పియుంటిమి (చూ. పు. 251). శుభ్ర కాంతి ఘటకములగు పలురంగుల కాంతుల వైలక్షణ్యము ఆ కాంతితరంగముల పొడవునుపట్టి ఉండును. దృశ్యవర్ణమాలలో ఒక కొనను అగపడు శోణకాంతి తరంగ దైర్ఘ్యము చాల ఎక్కువ. రెండవకొనను అగపడు ఊదా కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యము చాలతక్కువ. తరంగ దైర్ఘ్యక్రమమున అమర్చిన కాంతి భేదముల వివరమును ప్రక్క పుట (618) లో 3 వ పటము చూపుచున్నది.




2 వ పటము : తెల్లవెలుతురు యొక్క విశ్లేషణము, పునర్మిళనము

ఏకాంతి భేదమైనను ఒకే ప్రసరణవేగమును కలిగియుండుటచే తరంగభేదమును క్రింది సమీకరణముచే పౌనఃపున్యభేదముగా నిరూపించవచ్చును.

$$\text{పౌనఃపున్యము} = \frac{\text{కాంతివేగము}}{\text{తరంగదైర్ఘ్యము}} \quad \text{లేదా} \quad \text{పౌ} = \frac{\text{వే}}{\text{దై}}.$$

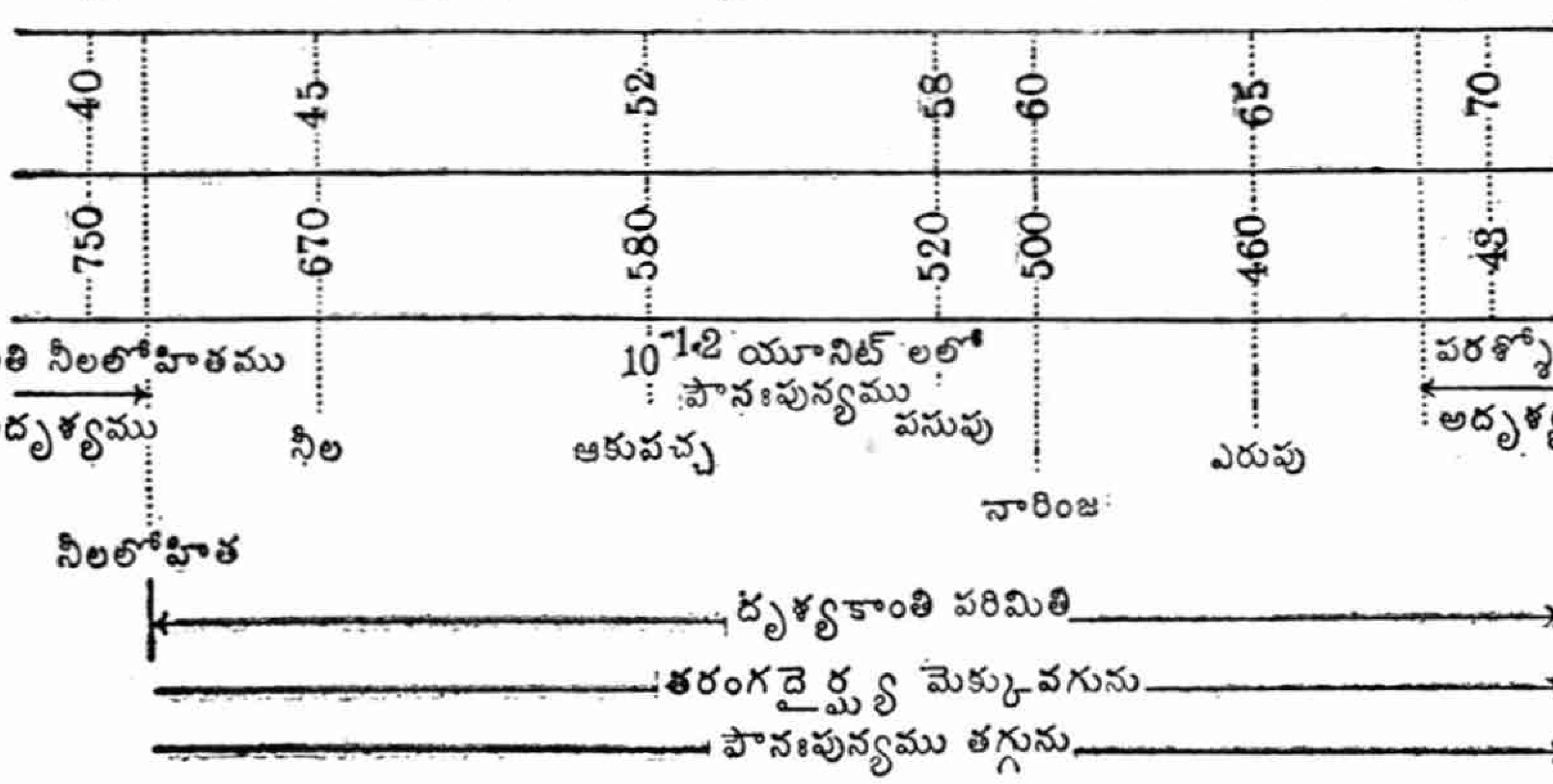
నీలకాంతితరంగదైర్ఘ్యము $4500 \times 10^{-8}$ సెం.మీ. కనుక

దీని పౌనఃపున్యము $= \frac{3 \times 10^{10} \text{ సెం. మీ. సెకను}}{4500 \times 10^{-8}}$

$= 670 \times 10^{12}$ కంపనములు 1 సెకనుకు.

స్పెక్ట్రోస్కోప్: పట్టకమునకుగల వర్ణవిశ్లేషక సామర్థ్యమును ఉపయోగించి వర్ణమాలాదర్శకము (స్పెక్ట్రోస్కోప్) నిర్మితమైనది.

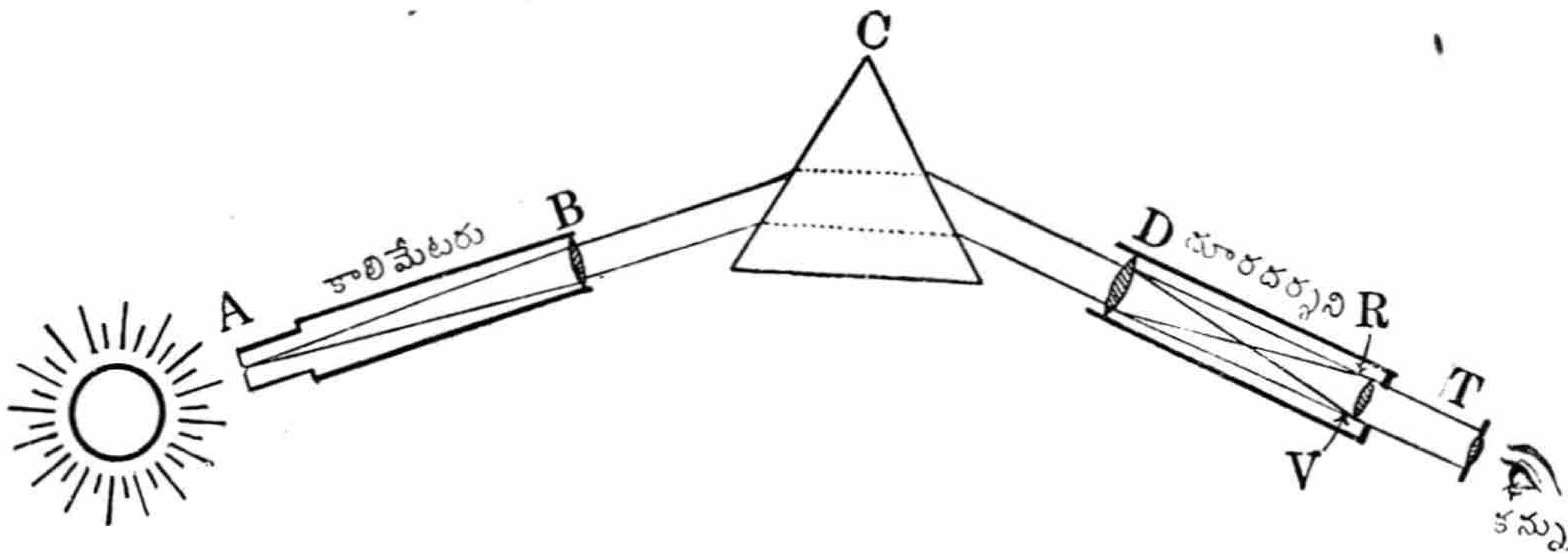
స్పెక్ట్రోస్కోప్ ప్రధానాంగములు: ఎడమ కొనను ఏదైన కాంతి నిచ్చు పరికర ముండును. AB అనునది ధాతువుచే చేయబడిన గొట్టము. A వద్ద ఈ గొట్టము ఒక సన్నని చీలిక కల బిళ్ళచే మూయబడినది. B వద్ద సాధారణ ద్వికుంభ (బైకాన్వెక్స్) కటకము ఒకటి కలదు. B వద్దనున్న కటకపు




3 వ పటము: తరంగదైర్ఘ్య క్రమమున అమర్చిన కాంతి తరంగములు

సమూహము 'D' అను మరియొక ద్వికుంభకటకము గుండాపోవును. సమూహమందలి కిరణములు వేరువేరుగా కేంద్రీభవించి కటకపునాభిస్థానమువద్ద పడును. కుడివైపు నుండి ఒకచిన్న దూరదర్శని (T) సహాయమున ఈ దృశ్యమును చూడవచ్చును.

కేవలము వట్టి కంటితో ఈ పరికరమును ఉపయోగించినపుడు దీనికి 'స్పెక్ట్రోస్కోప్' అని పేరు. కన్నును ఉంచిన చోటులో 'ఛాయాగ్రహణ పేటిక (కేమేరా)' ఉంచినచో పరికరము పేరు 'వర్ణమాలాలేఖిని'. పట్టకమును గాజుతోనైనను, స్ఫటిక శిలతోనైనను నిర్మించ వచ్చును. దృశ్యవర్ణములకు గాజు పారదర్శకముగ ఆచరించును. కాని, అతి నీల

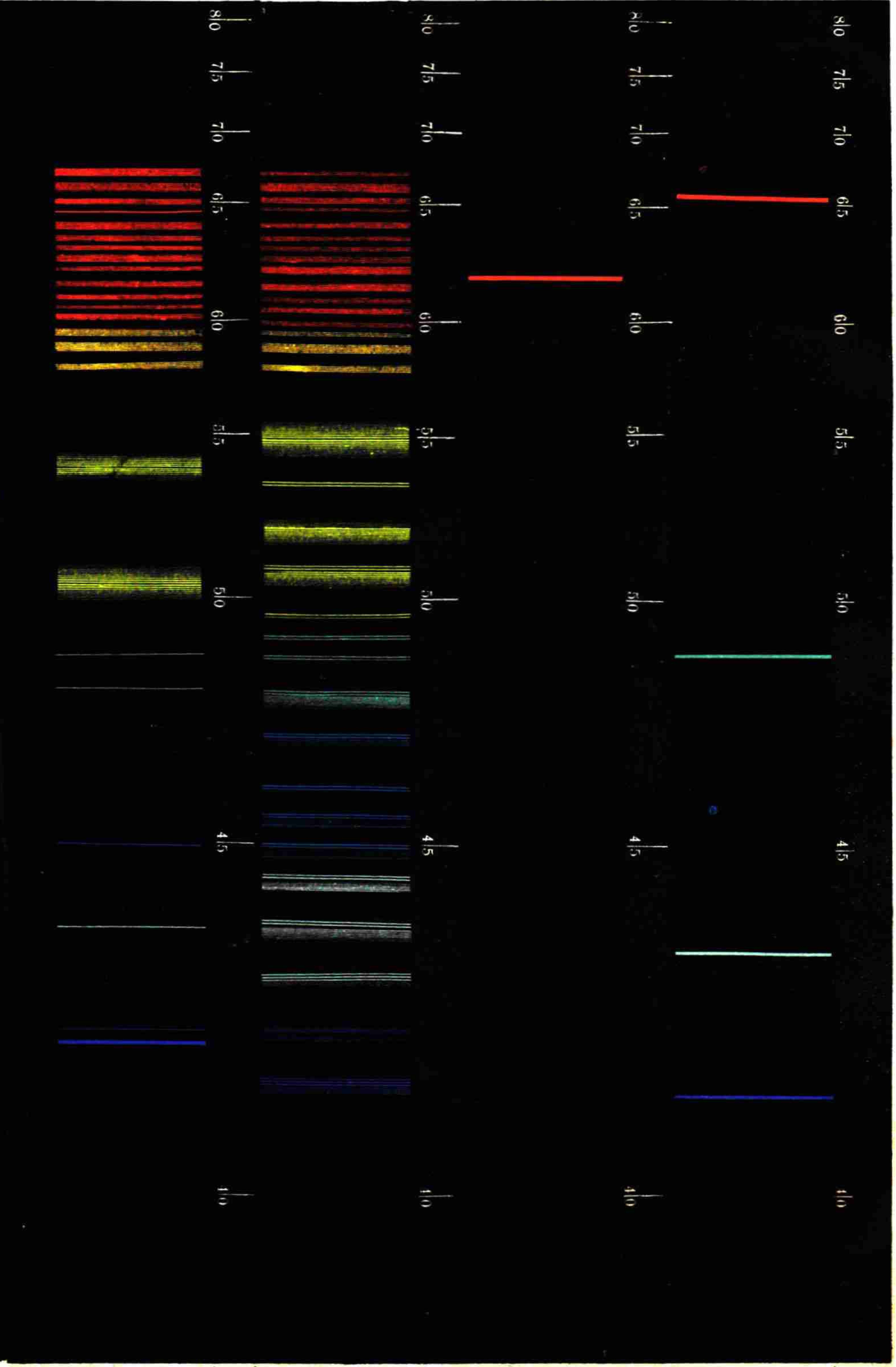



4 వ పటము: స్పెక్ట్రోస్కోప్ ప్రధానాంగములు

నాభ్యంతరమునకు అనుగుణముగ కటకమునుండి చీలిక యొక్క దూరమును మార్చుటకు వీలగునట్లు AB అను గొట్టపు పొడవును మార్చవచ్చును. ద్వికుంభకటకము గుండా దూసికొనిపోవు సమానాంతర కిరణపుంజము ప్రధాననాభివద్ద కేంద్రీకరింపబడును. వర్ణమాలాదర్శకములో దీనికి విరుద్ధమగు కార్యము సంఘటిల్లును. అనగా కేంద్రాపసారి కిరణములను ఈకటకము మరల సమానాంతరకిరణ పుంజముగా మార్చును. ఈ సమాంనాంతర కిరణ పుంజము పట్టకములో న్యూటన్‌ప్రయోగములో చూపినట్లు వివిధగతుల వక్రీభూతమగును. ఈ వక్రీభూతకిరణ

లోహితకాంతిని మ్రింగివేయును. అతినీలలోహితకాంతి కిరణముల అనుశీలనకై, ఈకిరణములకు పారదర్శకమగు స్ఫటికశిలచే పట్టకమును నిర్మించవలెను. పరశ్యోణ కాంతి పరీక్షకై, దీనికి పారదర్శకమగు సైంధవలవణస్ఫటికమును ఉపయోగించవలెను.

B అను కటకము, C అను పట్టకము లేకుండ AB అను గొట్టములోనికి చూచిన, మనకంటికి అగుపడునది ఒకసన్నని కాంతిరేఖ - ఇది ప్రకాశితమైన చీలిక. పట్టకము (C)ను, కటకము (B) ను వాటిస్థానములలో ఉంచి T అను దూరదర్శని గుండా చూచిన రేఖలు అనేకములు


నైట్రోజన్
పట్టికావర్ణమాల
ఆక్సిజన్
వర్ణమాల
హైడ్రోజన్
వర్ణమాల

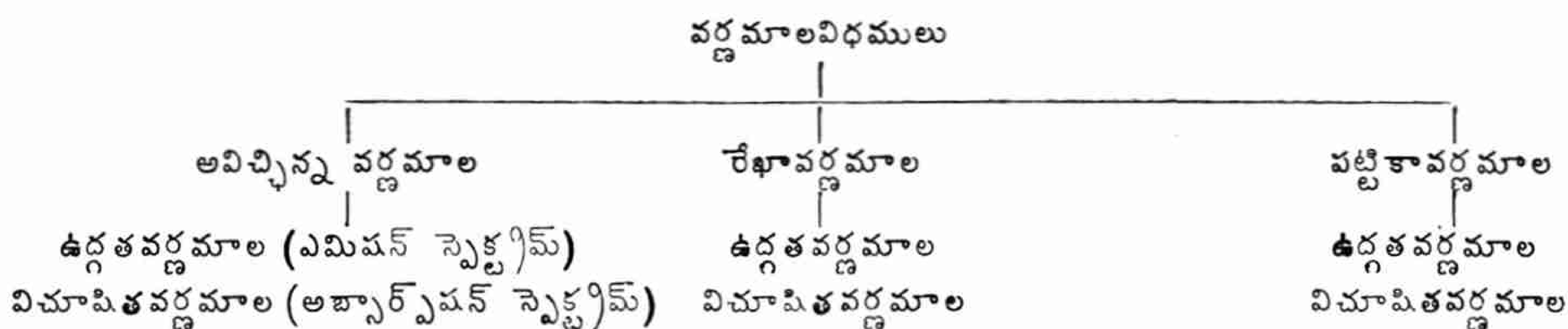
Blank Page

కన్పించును. వేరువేరువర్ణములచే ప్రకాశితమైన చీలిక ప్రతిబింబములే ఈ రేఖలు మాటకు ప్రభవస్థానమునుండి ఉత్పన్నమైన శోణకాంతి (R) వద్ద ఒకచీలిక ప్రతిబింబమును నిర్మించును. అట్లే అధికముగా వక్రీభూతమగు నీల కాంతి (V) వద్ద చీలిక ప్రతిబింబమును రచించును. ఇట్లు ప్రభవస్థానమందున్న వేరువేరు వర్ణములు, T గుండా చూచినపుడు వేరువేరువర్ణ రేఖలుగా మనకు వ్యక్తమగును.

వర్ణమాలాదర్శకమును ఉపయోగించినపుడు మనము ఒక విషయమును జ్ఞాపకముంచుకొనవలయును. వర్ణమాలానుశీలనకై మనకన్ను చాల అసమగ్రమైన పరికరము. కన్ను వేగముగా అలసిపోవుటయే గాక పరశ్యోణ, అతినీల లోహిత భాగములను గ్రహించలేదు. నూతన ఛాయాగ్రహణ ఫలకముల పై పూతగా ఆచరించు సిల్వర్ హేలైడ్ లవణము మిక్కిలి సమర్థమైన కాంతిసూక్ష్మగ్రాహి. ఈ రాసాయనిక ద్రవ్యము వర్ణమాలలో పరశ్యోణ, దృశ్య, అతినీలలోహిత భాగములు అన్నిటికిని సూక్ష్మగ్రాహిగా ఆచరించును. అదిగాక కాంతికి ఎదురు పెట్టిన కాలవ్యవధి ఎక్కువగుకొలదిని, ఫలము ఎక్కువగుచుండును. ఈఫలము ఫలకముపై శాశ్వతముగా ముద్రితమై ఉండును. అనగా మనకన్ను కనలేని వర్ణమాలభాగములను కూడ ఛాయాగ్రహణ ఫలకము మనకు చూపించ గలదు.

రంగుల యొక్క పాళ్ళలోని భేదమువలన కలుగుచున్నది. ఈ భేదములు వస్తువు తాపక్రమమందలి భేదమువలన కలుగును. కొలిమిలో పెట్టిన ఇనుపకడ్డీ ఎర్రగా కాలకముందు పరశ్యోణకిరణములను జనింపజేయును. ఎర్రగా కంటికి అగుపడునట్లు ఇనుపకడ్డీ కాలినపుడు, దృశ్యశోణభాగమందలి తరంగములపాలు ఆకాంతిలో హెచ్చుగా ఉండును. తాపక్రమము ఇంకను హెచ్చినపుడు ఇనుపకడ్డీ శుభ్ర కాంతిని ప్రసరించును. ఈకాంతిలో తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యముగల ఆకుపచ్చ, నీలిరంగుల పాళ్లు అధికముగా ఉండును. ఈ మిశ్రమే వెలుతురును మొత్తముమీద తెల్లగా అగుపడునట్లు చేయును. అతితీక్ష్ణతాపక్రమములలో ఉన్న కొన్నితారలు నీలిరంగు, అతినీలలోహితవర్ణము ఎక్కువగా గల మిశ్రకాంతిని వెలిపెట్టును. నక్షత్రము యొక్క వర్ణమాల దాని తాపక్రమతీక్ష్ణతను తెలియ చేయును.

ఉజ్జ్వల రేఖా వర్ణమాల: వాయువులు అధికప్రేషములో దీప్తిమంతములై అఖండ వర్ణమాలను కలుగజేయును. అల్పప్రేషములోనున్న వాయువుల వర్ణమాల అఖండముగా కన్పట్టదు. పరిచ్ఛిన్న ఉజ్జ్వలరేఖామయముగా కనిపించును. రేఖల సముదాయమునకు 'ఉజ్జ్వల రేఖావర్ణమాల' అని పేరు. ఉదాహరణమునకు బున్‌సెన్ జ్వాల

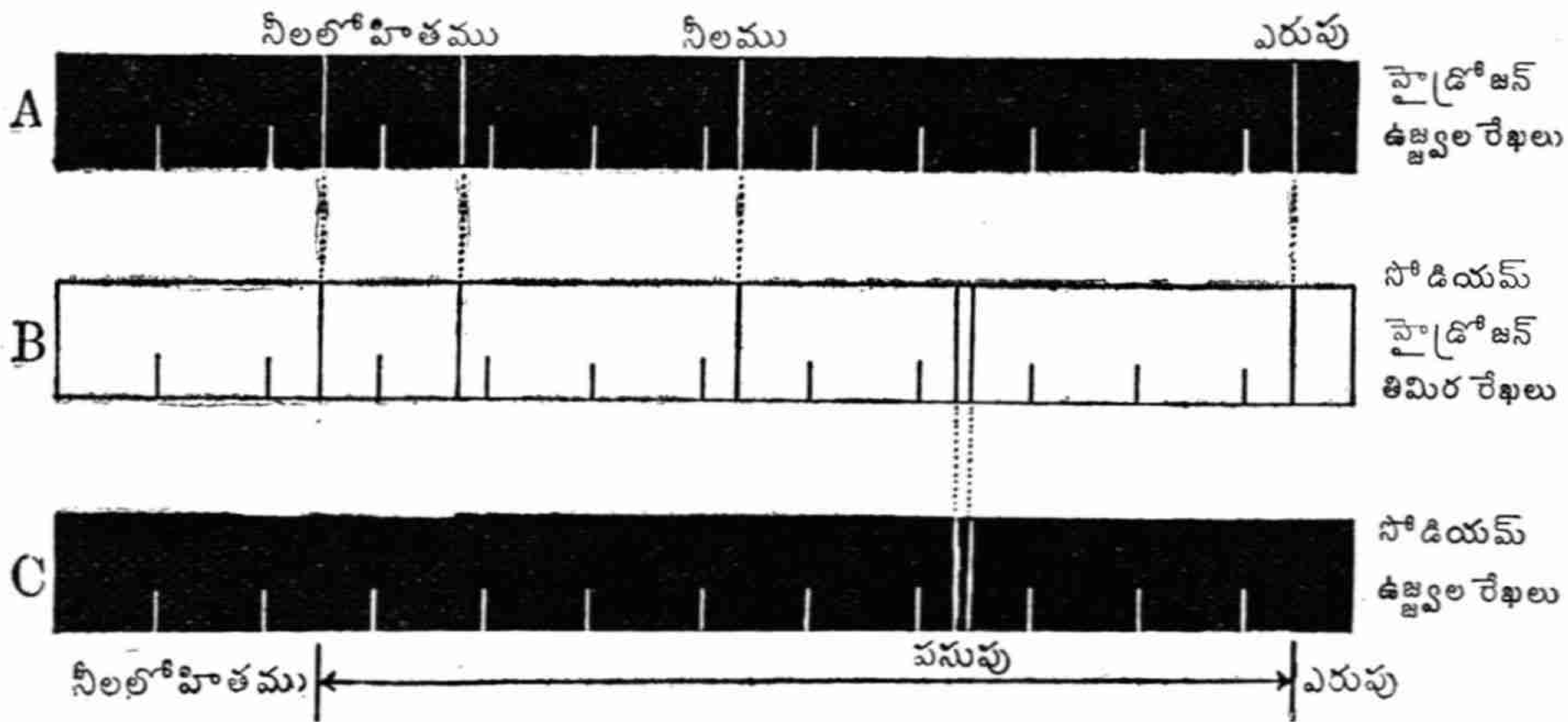



వర్ణమాల విధములు: మిక్కిలి హెచ్చుతాపక్రమముల వద్ద ఏద్రవ్యమైనను సూర్యరశ్మి ప్రదర్శించగల అఖండ వర్ణమాలను చూపగలదు. వస్తువు శరీరమందుండు పరమాణువులకుచెందిన ఎలక్ట్రాన్ల శీఘ్రకంపనములు అఖండ కాంతికిరణమునకు కారణములు. అట్టి అఖండకాంతి వస్తువు విశిష్ట స్వభావమునుపట్టి ఉండదు. అట్టి కాంతిలో వివిధవర్ణములు గల కాంతి తరంగముల వ్యవధిరహిత శ్రేణి ఉండుటచే పైకివచ్చు కాంతి శుభ్ర కాంతిగా తోచును. కంపించుచున్న విద్యుత్‌వ్యూహము పదియైన విద్యుదయస్కాంత వికిరణములను వెదజల్లునని సంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్రసిద్ధాంతము. అఖండకాంతి ప్రదర్శనములో కొంచెముగ భేదములుకూడ కన్పట్టును. ఆ భేదములకు కారణము ఆవస్తువు నుండి పైకివచ్చు మిశ్రకాంతిలో వేరువేరు

యందు ఉప్పు (సోడియమ్ క్లోరైడ్)ను కాల్చిన, జ్వాలయంతయు పసుపురంగును స్వీకరించును. ఈ కాంతితో వర్ణమాలదర్శకపు చీలికను ప్రకాశింపచేసి దూరదర్శని గుండ చీలికను చూచిన చీలిక పసుపు ప్రతిబింబములు రెండు అత్యంత సన్నిహితములై కనిపించును. వీటికి సోడియమ్‌హరిత రేఖాద్వయము అని పేరు. ఈ రేఖలు అఖండవర్ణమాల క్షేత్రమందు హారిత భాగములో గోచరించును [చూ. ప్రక్క పుటలోని 5 వ పటములో C.].

వెలుగుచున్న హైడ్రోజన్ వాయువునుండి జనించు కాంతిని చీలికకు ఎదురుపెట్టిన, T వద్ద ఉంచిన కంటికి నాలుగు చీలిక ప్రతిబింబములు అగుపడును. అందులో మొదటిది ఎరుపు; రెండవది నీలము; మూడు, నాలుగు రేఖలు ఊదాభాగములో ఉండును. ఈనాలుగును హైడ్రో

జన్ దృశ్య వర్ణమాలలో ప్రధానమైనరేఖలు (చూ. 5వ పటములో A).




5వ పటము : ఉజ్జ్వల రేఖా వర్ణమాల

పైనచెప్పినకారణమున, నేడు ఈరేఖలను ఎప్పుడును ఛాయాగ్రహణఫలకములపై చిత్రించుటయే రివాజు. ఏ రెండుమూలద్రవ్యముల ఉజ్జ్వల రేఖావర్ణమాలలును సమానముగా ఉండవు. వాటిసంఖ్య, ఛాయాఫలకముపై వాటి స్థానము, వాటితీక్ష్ణత, ఈ మూడును ప్రతిమూలద్రవ్యమునకును వేరువేరుగా ఉండును. సోడియమ్ యొక్కయు హైడ్రోజన్ యొక్కయు దృశ్య వర్ణమాల చాల సరళముగా ఉండును. అనగా, వాటియందుండు రేఖలసంఖ్య చాల తక్కువ. నీయాన్‌వాయు వర్ణమాలలో ఎరుపులో 18, పసుపులో 2, ఆకుపచ్చ, నీలివైపు 9 రేఖలుండును. ఇనుప ఆవిరి వర్ణమాలలో వేలకొలది రేఖలు గోచరించును.

నలుపు రేఖా వర్ణమాల : 19వ శతాబ్దపు ఆదిలో ఫ్రాన్‌హోఫర్ అను బవేరియా దేశపు విజ్ఞాని, సూర్యకాంతివల్ల జనించు వర్ణమాలచిత్రమును సూక్ష్మముగా పరిశీలించి అందు చాల నలుపులేఖలు కలవని నిరూపించెను. ఈ రేఖలు ఆనాటినుండి 'ఫ్రాన్‌హోఫర్ రేఖ'లని పేరును కన్నవి. మరి ఏబదిఏండ్లతరువాత, కిర్కాఫ్ అను మరియొక జర్మను విజ్ఞాని, కొన్నిమూలద్రవ్యముల ఉజ్జ్వలవర్ణమాల రేఖలతో సూర్యవర్ణమాలయందలి నలుపు రేఖలు ఏకీభవించు చున్నవి అని కనుగొనెను.

దీనికి సమాధానమును కూడ కిర్కాఫ్ సూచించెను. అత్యధిక ప్రేషములో ఉన్న వాయుద్రవ్య మేదియైనను అధిక తాపక్రమమువద్ద ఉజ్జ్వల రేఖావర్ణమాలను ఇచ్చును. ఇట్టివర్ణమాలయందలి రేఖల కాంతి తక్కువ తాపక్రమములో ఉన్న ఆవాయుద్రవ్యమును ప్రవేశించి పైకివచ్చినపుడు, అత్యధిక తాపక్రమమువద్ద ఆవాయువు ఎట్టి ఉజ్జ్వల రేఖలను వెలిబుచ్చునో, ఆయా రేఖలకాంతిని తక్కువ తాపక్రమములోనున్న వాయువు మ్రింగివేయును. ఈమ్రింగివేయబడిన కాంతిరేఖలస్థానమున వర్ణమాలలోనలుపు రేఖలు దృశ్యములగును.

సూర్యునివంటిగోళమునందు మధ్యనున్నద్రవ్యము అధిక తాపక్రమములో ఉండును. పైనున్నద్రవ్యము వాయు రూపములో చాలతక్కువ తాపక్రమములో ఉండును. లోపలిగోళపు అఖండ కాంతి పై వాయువేష్టనములోనుండి దూసికొని పైకివచ్చినపుడు, గోళమధ్యమునఉన్న మూలద్రవ్యములు ఏకాంతులను ఉద్గమింపచేయునో పై వాయు వేష్టనములో తక్కువతాపక్రమములో నున్న ఆమూలద్రవ్యములే ఆకాంతులను విచూషించి లోపలిగోళకాంతిని ఇచ్చు వర్ణమాలయందు నలుపు రేఖలను జనింపచేయును. అందుచే ఇట్టి నలుపు రేఖావర్ణమాలకు విచూషితవర్ణమాల అనికూడ పేరు కలదు.

వివిధములగు ఖగోళములనుండి చిత్రింపబడిన వర్ణమాల చిత్రములలో నుండు నలుపు రేఖలు, భూమిమీదఉన్న ఏద్రవ్యములిచ్చు ఉజ్జ్వల రేఖలతో సరిపోవునో పరీక్షించి చూచుట వర్ణమాలానుశీలకుని ముఖ్యప్రయోజనము. ఉదాహరణమునకు - ఒకానొక నక్షత్రమందు కాల్సియమ్ ధాతువున్నదని నిర్ణయించుటకు ఖగోళ విజ్ఞాని ఆ నక్షత్రముఇచ్చు కాంతి వర్ణమాలలేఖిని సహాయమున విశ్లేషించి దానివర్ణమాలను ఒక ఛాయాగ్రహణ ఫలకముపై చిత్రించును. ఆ ఫలకము మీదనే శోధనాగారమందు బాష్పీకృతమైన కాల్సియమ్‌యౌగికమునుండి లబ్ధమైనవర్ణమాలను కూడ చిత్రించును-ఈ రెండువర్ణమాలల లోని రేఖలు ఏకీభవించినచో ఆనక్షత్రమందు కాల్సియమ్ ధాతువు ఉన్నదను నిష్కర్ష సులభసంపాద్యము. ఖగోళ

భౌతికశాస్త్ర వేత్తలు ఇట్లు భూమిపైనున్న 60 మూల ద్రవ్యములు నభోమూర్తులందు ఉన్నట్లు కనిపెట్టిరి.

పైనిచూపిన విభజనయేకాక, విశ్లేషింపబడు కాంతి యొక్క స్వభావము అనగా, తరంగ దైర్ఘ్యములనుపట్టి కూడ వర్ణమాలలను విభజించుట కద్దు. క్రింది పట్టికలో వేరువేరు కాంతుల స్వభావములు, వాటి వర్ణమాలలను చిత్రించుటకు వలయు కాంతివిశ్లేషకపరికరము, ఆ వర్ణ మాల సాంకేతిక నామములు చూపబడినవి.

సమానము) ఆకాంతి తరంగదైర్ఘ్యము, జాలకపుగీతల మధ్యనున్న దూరమునుపట్టి ఉండును. $\lambda$ = తరంగ దైర్ఘ్యము, d = జాలకరేఖల మధ్యదూరము, $\theta$ = వక్రీభవనకోణము అయినచో పైనిపేర్కొనిన రాశుల మధ్య నున్న గణితసంబంధమును తెలియచేయు సమీకరణము. $n\lambda = 2d \sin\theta$.

ఇచ్చట n అనునది 1, 2, 3, మొదలుగాగల సరళసంఖ్య లలో ఒకటి. అది వర్ణమాలరేఖయొక్క తరగతిని తెలియ

| కాంతి | సెం. మీ. లలో తరంగదైర్ఘ్య పరిమితి | విశ్లేషక ద్రవ్యము | వర్ణమాల నామము |
|---|---|---|---|
| పరశ్యోణము | $8.5 \times 10^{-2} - 7 \times 10^{-5}$ | సైంధవలవణ స్ఫటికము | పరశ్యోణవర్ణమాల |
| దృశ్యకాంతి | $7 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$ | గాజు పట్టకము | దృశ్యవర్ణమాల |
| అతినీలలోహితము | $4 \times 10^{-5} - 1.2 \times 10^{-6}$ | స్ఫటికశిల ఫ్లోరైట్ స్ఫటికము | అతినీలలోహితవర్ణమాల |
| జేమాన్ కాంతి | $1.2 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-7}$ | ——— | ——— |
| X - కిరణకాంతి | $5 \times 10^{-7} - 1.2 \times 10^{-9}$ | పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ వంటి లవణ స్ఫటికములు | X - కిరణవర్ణమాల |

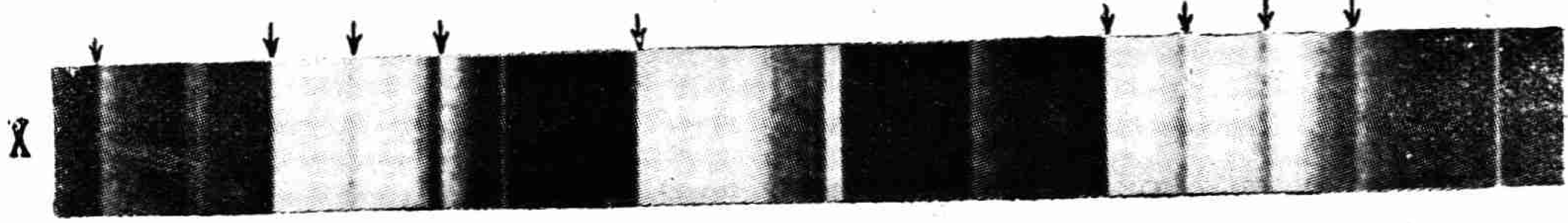
వేరువేరు కాంతుల విశిష్టతకు వాటి తరంగ దైర్ఘ్యములు నిరూపకలక్షణములని చెప్పియుంటిమి. ఆ తరంగదైర్ఘ్య ములను ఎట్లు కనుగొనుటకు వీలగుననుప్రశ్న ఇంకను మిగిలి ఉన్నది. పైని వర్ణితమైన వర్ణమాలదర్శనితో తరంగ దైర్ఘ్యములను కొలుచుటకు వీలుపడదు. వర్ణమాలయందు రేఖల విశిష్టస్థానమునుండి, వాటి తరంగదైర్ఘ్యములను సాపేక్షముగా నిర్ణయించుటకు అవకాశమున్నది. తరంగ దైర్ఘ్యము విశదముగా ఇదివరకు తెలిసినరేఖలుగల ద్రవ్య వర్ణమాలతో, ఇంకొక తెలియని తరంగదైర్ఘ్యములు గల వర్ణమాలలోనిరేఖలను సరిపోల్చి చూచిన విదితతరంగ దైర్ఘ్యములకు సాపేక్షముగా అవిదితమైన వాటి తరంగ దైర్ఘ్యములను నిర్ణయించవచ్చును. కాని ప్రమాణముక్రింద తీసికొనిన ద్రవ్యవర్ణమాలలోని రేఖలతరంగదైర్ఘ్యములు ఎట్లు లభించును? వర్ణమాల నిరపేక్షముగ జాలకము (గ్రేటింగ్) అను పరికర సహాయముచే ఏదేనివర్ణమాల యందలి రేఖలకుచెందిన తరంగదైర్ఘ్యములను నిర్ణయించ వచ్చును. దగ్గర దగ్గరగా (అంగుళము దూరమునకు 30,000 చొప్పున) కొంచెము లోతుగా గీయబడిన సన్నని గీతలు గలతలముపదియైన జాలకముగా ఉపయోగపడును. ఆ గీతలుగల తలము గాజువంటి పారదర్శకద్రవ్యమైనను కావచ్చును; లేదా, మిక్కిలి కాంతిపరావర్తనసామర్థ్యము గల కంచుధాతుతలమైన కావచ్చును. ఆతలము సమతల ముగా నైన ఉండవచ్చును; లేదా, వక్రముగానైన ఉండ వచ్చును. ఏజాలకముపై పడినను కాంతిపొందిన వక్రీభవన విస్తారము (వక్రీభవనకోణజ్యా. Sin $\theta$ ఈవిస్తారమునకు

జేయును. ఈ పై సమీకరణముచే 'd', '$\theta$' ఈ రెండు రాశులును ప్రయోగరీతిని తెలియును గనుక తరంగ దైర్ఘ్యము ($\lambda$) ను గణించవచ్చును. మే. వ. స.

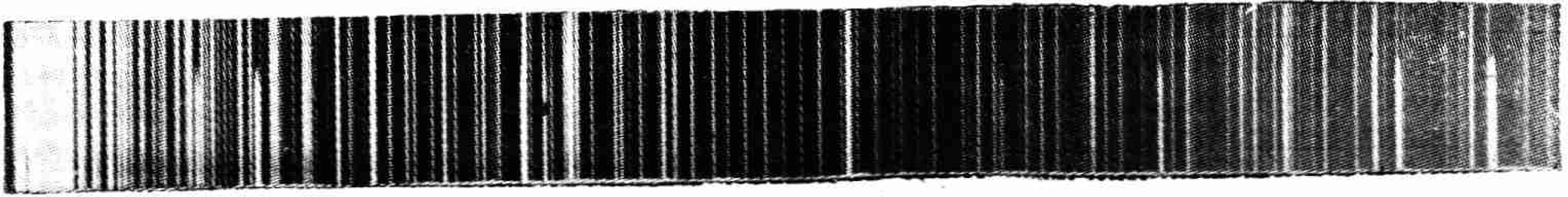
**వర్ణమాల (అణు)**: అణువులు ఇచ్చు వర్ణపటమునకు 'అణువర్ణపట' మనిపేరు. 1 వ పటము (చూ. పు. 622)లో ద్విపరమాణుకఅణువువల్ల లబ్ధమైనవర్ణపటము కాననగును. చూచుటకు ఇది పరమాణు వర్ణపటముకన్న చాల క్లిష్ట ముగ ఉన్నట్లు గోచరించును. అందుచే పరమాణు వర్ణపట వివరణకు పనికి వచ్చిన ప్రతికృతి అణువర్ణపటమునకు పనికిరాదు. అనగా, అణువుయొక్క వివిధశక్తిస్థితులు పర మాణుశక్తిస్థితులవలె ఎలక్ట్రాన్ ధనావిష్టకేంద్రకముచుట్టు భ్రమించుటవలన ఉద్భవించినవని చెప్పుటకు వీలులేదు. పర మాణువులవలెనే అణువులుకూడ నియతశక్తిస్థితులలో ఉండగలవు. అవి శక్తిని వెలిబెట్టిగాని, గ్రహించిగాని వేరు వేరు శక్తిస్థితులలోనికి మారగలవు. కాని అణువునకు వీలగు శక్తిస్థితులు పరమాణువునకు వీలగువాటికన్న చాల ఎక్కువగాను, చాల క్లిష్టముగాను ఉండును. అతిసరళో దాహరణముగా మనము ఒక ద్విపరమాణుకమగు అణు వును తీసికొన్నచో దానిని 'డంబెల్' ఆకారముగ ఊహించవచ్చును. అణువులయొక్క గరిమనాభిగుండా పోవుచు పరమాణు కేంద్రకములను రెండింటిని కలుపు సరళ రేఖను ఈ 'డంబెల్' మధ్యనున్న దండముగ భావించ వచ్చును. ఈ దండమునకు లంబముగనున్న అక్షమును ఆధారముగ చేసికొని అణువు భ్రమించగలదు. ఇక అణువు నందలి పరమాణువుల అనగా, వాటి కేంద్రములను కలుపు

అక్షముమీద అణువు భ్రమించుట అసంభవము. కాని, ఈ రెండుపరమాణువులును ఈఅక్షమును ఆధారముగ చేసికొని పరస్పరముగ స్పందింపగలవు. ఇంతేగాక పరమాణువునందలి ఎలక్ట్రాన్లు వాటికై నియమితమైన కక్ష్యలలో నేగాక కొంచెము భిన్నమైన కక్ష్యలలో కూడ భ్రమించగలవు. అందుచేత ఏ క్షణమునందైనను అణువు మొత్తపు శక్తి పరిభ్రమణ, స్పందనములను ఒనర్చుచున్న పరమాణువులలోని ఎలక్ట్రాన్లశక్తులపైననేగాక, ఆ అణువునందలి రెండుపరమాణువుల మధ్య దూరముపైనను, మొత్తముగా అణువంతయు పరిభ్రమించు వేగముపైనను కూడ

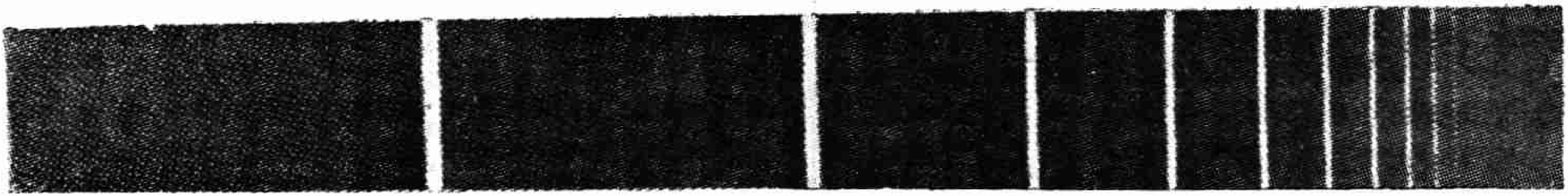
X



XX



XXX

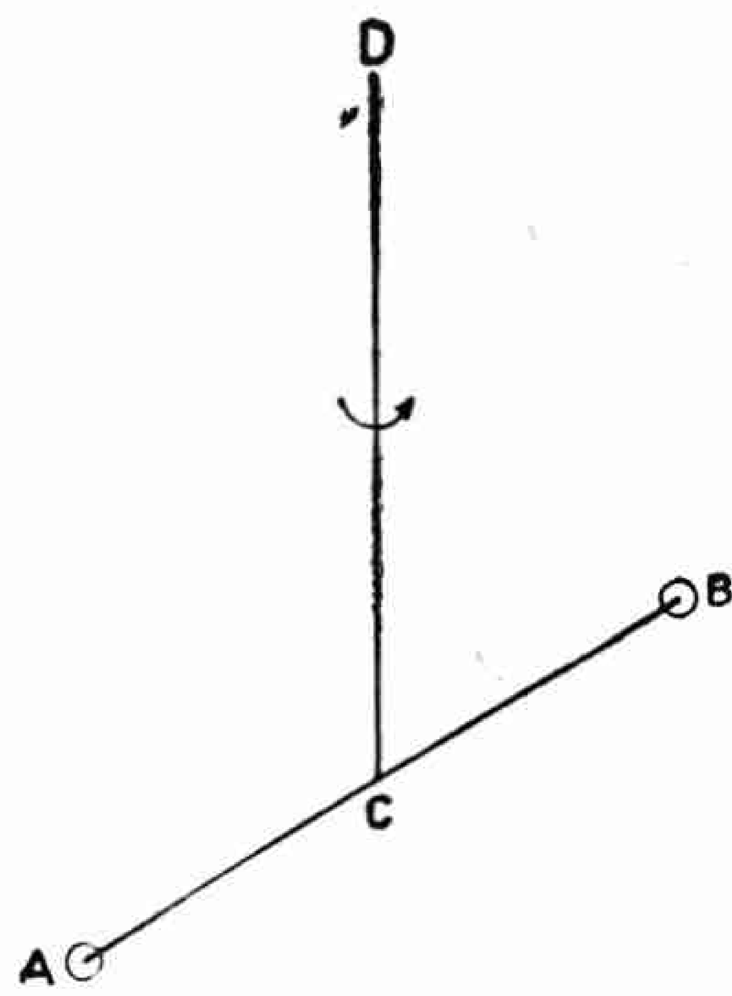


1 వ పటము : అణువర్ణమాలలోని రేఖలు

X : తక్కువ విపులీకరణము (డిస్పర్షన్) ను మాత్రమే చూపగల్గిన వర్ణమాలా ఛాయాగ్రహణపరికరముచే చిత్రితమైన ద్విపరమాణుక అణువుయొక్క విచ్ఛిన్నకిరణపుంజము యొక్క వర్ణదళములు. నల్లగా కనపడునవి దళములు అనబడును. బాణములు దళశీర్షములను సూచించును.

XX : పై దళములో ఒకటి, అత్యధికవిపులీకరణముతో ఛాయాచిత్రము తీసినప్పుడు కనపడు దృశ్యము.

XXX : హైడ్రోజన్ అణువిచ్ఛిన్న కిరణపుంజము.

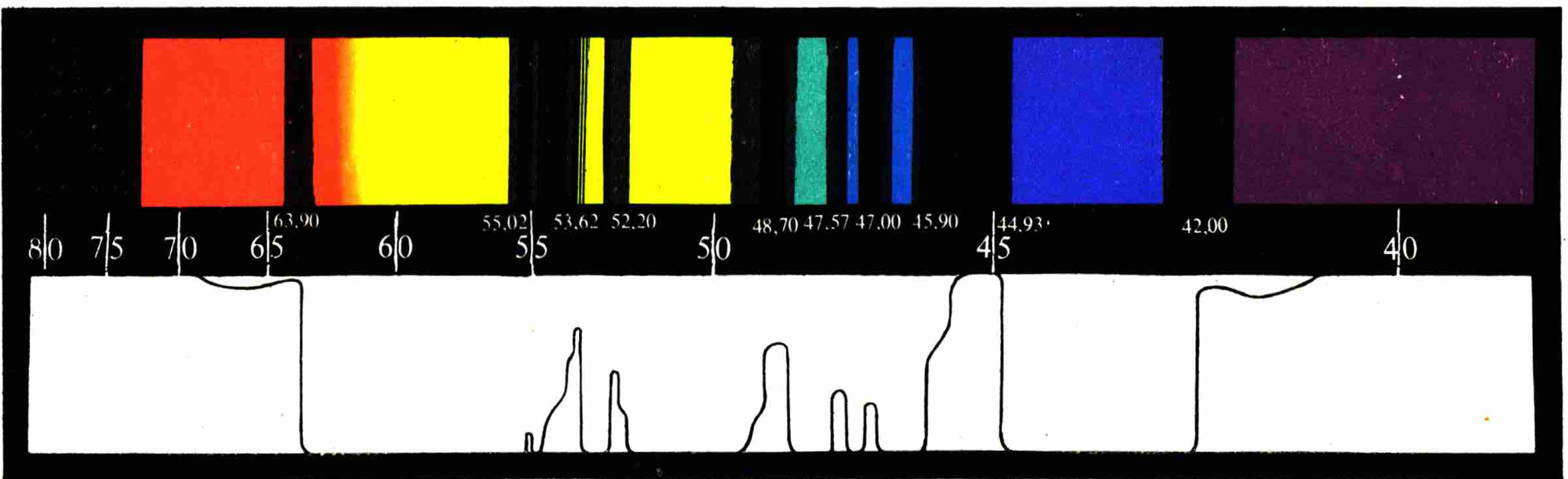



2 వ పటము :

ద్విపరమాణుకమైన అణువుయొక్క నమోనా. A, B లు రెండు పరమాణువులను సూచించును. CD అణువు యొక్క గరిమనాభిద్వారా పోవుచున్న అంతరణు అక్షము. ఇది AB కి C వద్ద లంబముగ ఉన్నది. అణువు అంతయు ఒకేసారిగా CD చుట్టును తిరుగుచుండును. పరమాణువులు రెండును ఒకదాని కొకటి సాపేక్షముగా అంతరఅణు అక్షముపై స్పందిచు చుండును.

ఆధారపడిఉండును. పైనివర్ణించినమాదిరి అణువులయొక్క వర్ణపటము ఏరకముగ ఉండునో క్వాంటం వాదమును ఆధారముగచేసికొని పరిశీలించినచో అణువర్ణపటము చాల క్లిష్టముగ ఉండునని వెంటనే విశదమగును. ప్రతి అణువర్ణపటమునందును ఏల ఒకదళశ్రేణి ఉండునో ప్రతి దళము, అతిసూక్ష్మమైన రేఖలతో నేల కూలియుండునో ఇత్యాదివిషయములుకూడ తెల్లమగును. అణువర్ణపటమునందు ఏ భాగమున దళములు ఏర్పడునదియును, ఆ అణువులలోని ఎలక్ట్రాన్ శక్తిసోపానముల మార్పుపై ఆధారపడియుండును. దళశ్రేణిలో దళముల మధ్యదూరము అణువుయొక్క కంపనస్థితులమార్పును బట్టి ఉత్పన్నమగును. ఇక ప్రతిదళములోను, సూక్ష్మరేఖల మధ్యదూరము పరిభ్రమణవేగముల వ్యత్యాసమునుబట్టి జనించును.

అణువర్ణపటములలో శోషణవర్ణపటములు, ఉద్గమన వర్ణపటములుకూడ కలవు. జ్వాలలు, విద్యుత్ చాపములు, విద్యుత్ ఉత్సర్గనాళములు, ఉద్గమనఅణువర్ణపటములను ఈయగలిగిన కొన్ని కాంతిఉత్పత్తిస్థానములు. బహుపరమాణుక అణువులవిషయములో శోషణఅణువర్ణపటమందు వాటి దళశ్రేణులను పరిశీలించుట ఉపయోగముగా ఉండును. కారణమేమన కాంతి ఉద్గమనోత్పత్తిస్థానములందు అణువులు సాధారణముగా వియోగమును పొందును.




సూర్యవర్ణమాల [ఫ్రాన్‌హోఫర్ తిమిరరేఖలు

సోడియమ్ వర్ణమాల

లిథియమ్

శోషణ వర్ణమాల -5% ఎర్బియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము

Blank Page

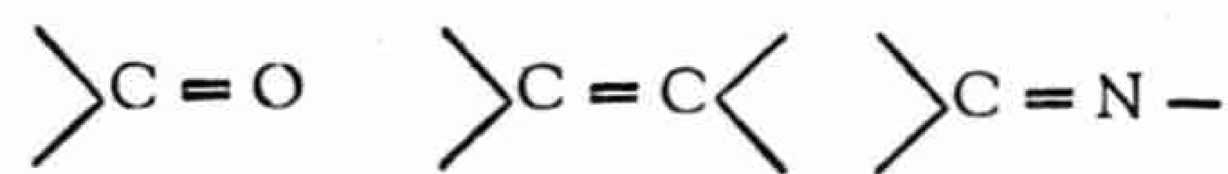
పై చర్యలమూలముగా అణువర్ణపటముల పరిశీలించుట వలన అణువులలోని ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనమునుగూర్చియును, అణువులయొక్క కంపనభ్రమణ వేగములగూర్చియును తెలిసికొనవచ్చునని బోధపడగలదు. అందుచేత అణువర్ణ పటములను పరిశీలించి అణువులలో పరమాణువులమధ్య నుండు బలములు, కేంద్రకముల మధ్యదూరములు, అణువుల వియోగశక్తులను సరిగా నిర్ణయింపగలము. అణువర్ణ పటములను ఉపయోగించి గావించిన శోధనలవలన ఇది వరకు రాసాయనికశాస్త్రజ్ఞులకు తెలియనివి, లేదా స్వేచ్ఛగానున్నట్లు భావింపబడనివి, అగు అనేక అణువులు ఉన్నట్లు రుజువైనది. అందుకు ఉదాహరణముగా CH, OH, $C_2$, $He_2$ వంటి అణువులను పేర్కొనవచ్చును. ద్విపరమాణుక వర్ణపటపరిశోధనలు కేంద్రకభౌతికవిజ్ఞాన పరిశోధనలలో మిక్కిలి ఉపయోగకరము. ఏలన కొన్ని కేంద్రకధర్మములు ఈ వర్ణపటములలో విశిష్టమైనమార్పులను కొన్నింటిని కలుగజేయును. తత్కారణముగా వాటి నుండి పరమాణుకేంద్రక విశేషములను తెలిసికొనవచ్చును. కొన్నిసందర్భములలో ఈవర్ణపటములవలన అసాధారణ సమస్థానీయములను కనుగొనవచ్చును.

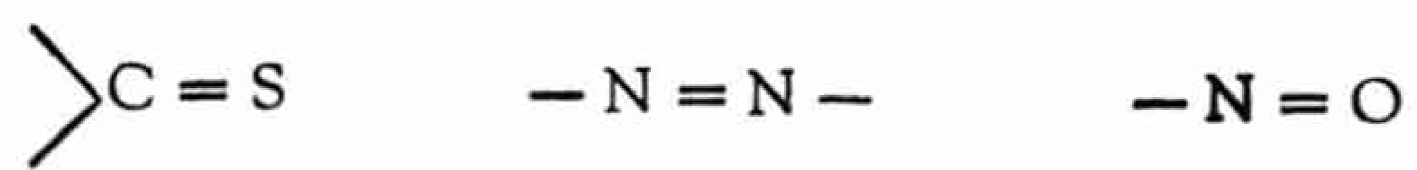
ఖగోళద్రవ్యవిజ్ఞానమందుకూడ అణువర్ణపటముల పరిశోధనలు చాలముఖ్యమైనవి. నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఊర్ధ్వవాతావరణము, తోకచుక్కలు, నక్షత్రాంతరాళము మొదలగువానియొక్క అణువర్ణపటములవలన వానిలో ఏ అణువులు ఉన్నవో కనుగొనగలుగుటయేగాక, వాటి యొక్క భౌతికపరిస్థితులనుకూడ సరిగా నిర్ణయించుటకు వీలగును. ఇంతవరకు ఎక్కువగా ద్వ్యయాణుకపరమాణువుల విషయమునే చర్చించడమైనది. రెండుకంటె ఎక్కువ పరమాణువులు గల అణువర్ణపటముల పరిశీలన ఎక్కువ క్లిష్టమైనది. అనేక కేంద్రకముల మధ్యదూరములు, హెచ్చు వియోగశక్తులు మున్నగునవి ఉండుటయే అందుకు కారణము. కాని, బహుపరమాణుక అణువర్ణపటమునుబట్టి బహుపరమాణుక అణునిర్మాణమును సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును, కనుక పైనిచెప్పినవిధముగా, అణురచనను తెలిసికొనుటలో అణువర్ణపటము ముఖ్యమైనసాధనము. ఆరీతిగా అణువుల భౌతిక ధర్మముల విషయమై లభ్యమైన జ్ఞానము భౌతికవిజ్ఞాన, రాసాయనిక, ఖగోళద్రవ్యవిజ్ఞాన సమస్యలను పరిష్కరించుటకు సహకారియగును.

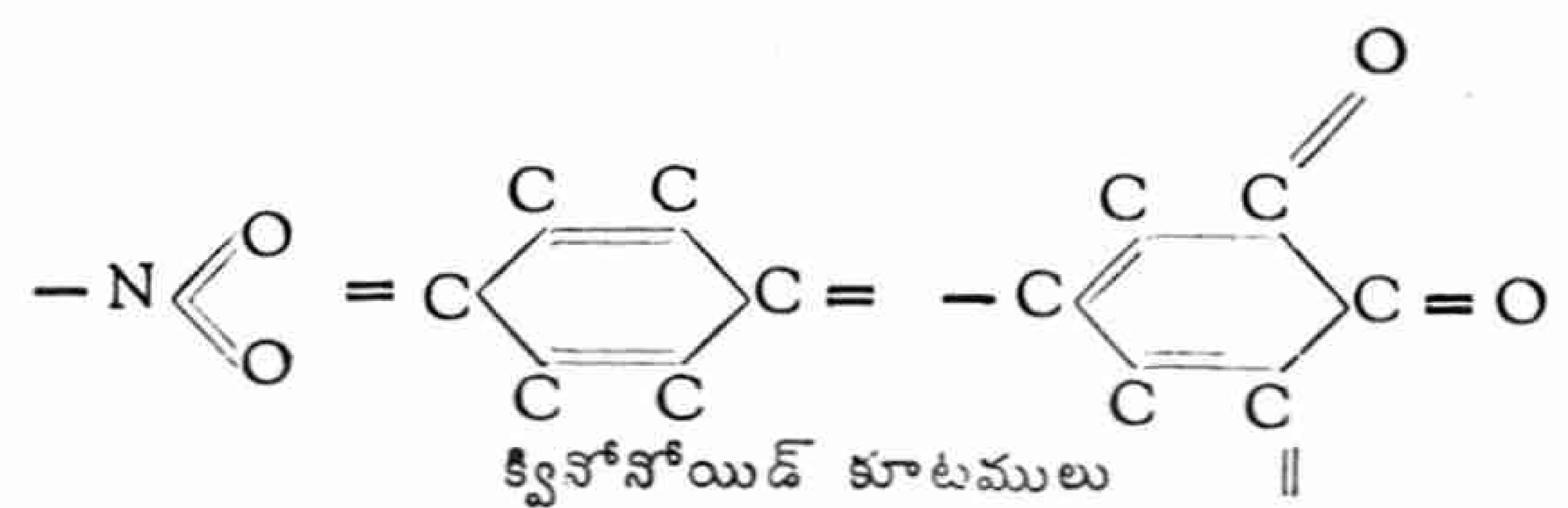
కె. ఎస్. రావు.

**వర్ణము-రాసాయనికరచన :** అకర్బనయౌగికముల ముఖ్యముగా లవణముల రంగు, అందుండు రంగుగలధాతు అయన్‌ల, ఆసిడ్ అయన్‌లవల్ల కలిగినది, ఉదాహరణము: రాగిఅయన్ - నీలిఆకుపచ్చ, నికెల్ అయన్ - ఆకుపచ్చ, కోబాల్ట్ అయన్ - రోజాపూవు రంగు, పెర్మాంగనేట్ - చీనాలిరంగు, డైక్రోమేట్ - నారింజపండురంగు మొదలయినవి. కార్బన్ యౌగికములలో అగపడు రంగు అయన్‌ల వలన జనించునది కాదు. ఏలన వాటిలో అయన్‌లు ఉండవు. కార్బన్ యౌగికముల రంగునకు, వాటిరచనకును గల సంబంధమును విమర్శించు సిద్ధాంతమును ఒకదానిని 1876 లో ఓ. ఎన్. విట్ అను జర్మను రాసాయనికుడు ప్రకటించెను. కాని ఈసిద్ధాంతము, ఏయేయౌగికములందు రంగు అగుపించుటకు సంభావనకలదో దానిని నిరూపించుటయందే శ్రద్ధవహించినది కాని ఆరంగు ఎందుకు ఉద్భవించునో అను విషయమును, భౌతికశాస్త్ర దృష్టిలోగాని, భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రదృష్టిలోగాని వివరించలేక పోయినది. అందుచే విట్ యొక్క సామాన్యనిరూపణను సిద్ధాంతమనుటకంటె వర్గీకరణమనుట మేలు.

ఈ విట్ నిరూపణప్రకారము యౌగికములలో ఉండు కొన్ని అసంతృప్త పరమాణు కూటములు రంగునకు కారణములు అగుచున్నవి. కాని ఆ కూటములు ఉన్న యౌగికములన్నియు రంగును ప్రదర్శించునని నియమము లేదు. ఈ యౌగికములకు రంగునిచ్చు ఈ కూటములకు వర్ణవాహకములు (క్రోమోఫోర్స్)అని పేరు. అట్టి వర్ణవాహక పరమాణుకూటములు దిగువ కననగును :



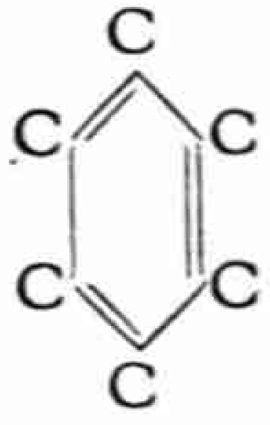




(చూ. ఆరోమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు : క్వినోన్ లు-పు. 178)

పైని పేర్కొనినగణములలో మొదటిపంక్తిలో వాటికన్న రెండవ, మూడవ పంక్తులలోనివి ప్రబలతరవర్ణవాహకములు. దృష్టాంతమునకు డైఆజో( – N = N – ), నైట్రోసో ( – N = O) గణములున్న సరళ రచనగల

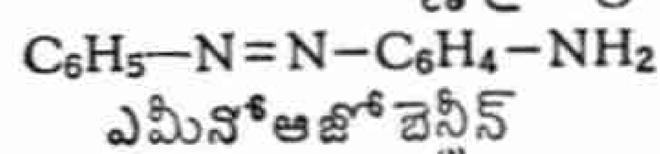
యౌగికములుకూడ రంగు గలవియే అగును. కాని కార్బొనిల్ గణము (=C=O) ఉన్న అసిటోన్ ($CH_3.CO.CH_3$) గాని, ఎతిలీన్ బంధములున్న బెన్జీన్

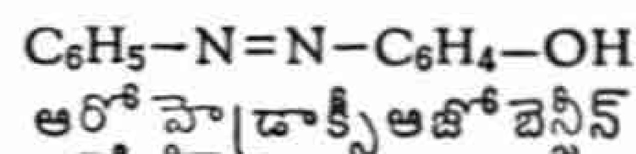



గాని రంగును చూపవు. కాని ఈవర్ణవాహక గణముల అగ్రమేడితరచన మరల రంగునకు కారణమగును. అసిటోన్‌కు రంగు లేకపోయినను రెండు =C=O గణములున్న డైఅసిటిల్ ($CH_3.CO.CO.CH_3$) పసుపు రంగును, మూడు =C=O గణములున్న ట్రైకీటోపెంటేన్($CH_3.CO.CO.CO.CH_3$)నారింజ పండురంగును చూపును.

విట్ తన సిద్ధాంతమునందు మరియొక విశేషమును వెల్లడించెను. అది ఏమన, స్వయముగా వర్ణవాహకములు కాకపోయినప్పటికిని, $-NH_2-OH, -COOH$ &, $SO_3H$, మొదలగు కొన్ని గణములకు వర్ణవాహకము యౌగికమునకిచ్చురంగును ఇనుమ్మడింపజేయు శక్తి కలదు. ఇట్టి గణములకు ఆక్సోక్రోమ్‌లు (వర్ణవర్ధకములు) అని పేరు. ఈ రెండవవిషయము రంగుగల కార్బన్‌యౌగికములను అద్దకపురంగులుగా మార్చుట కవకాశమును చూపుచున్నది. అందుచే ఇది పారిశ్రామికముగా అత్యంతోపయుక్తమైనది. ఉదాహరణము : డైఆజోగణముగల ఆజోబెన్జీన్ ($C_6H_5-N=N-C_6H_5$) గాఢమైన నారింజపండు రంగుగల యౌగికము ; కాని అది అద్దకపు రంగుగా పనికిరాదు.

ఆజోబెన్జీన్‌రచనలో $-NH_2$ గణమునుగాని, $-OH$ గణమునుగాని వర్ణవర్ధకముగా దూర్చినచో లభ్యమగు యౌగికము వర్ణద్రవ్యముగా పరిణమించును.

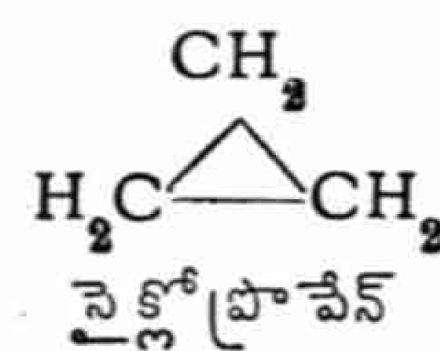



ఈ రెండిటిలో వర్ణవాహకగణములతోపాటు, వర్ణవర్ధకములుకూడ ఇమిడి ఉండుటచే ఇవి అద్దకపు రంగులుగా ఉపయోగించును.

యౌగికములరంగు వాటిఘటకములగు పరమాణువుల రచనలయందు అదృఢబద్ధములై స్థానమందలిమార్పును సులభముగా గ్రహించగల ఎలక్ట్రాన్ ఉండుటచే కలుగునని నవీనశాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. 'పరమాణురచన - రాసాయనిక ధర్మములు' అను శీర్షిక (చూ. పట్టిక - పు. 462 వద్ద) లో ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు ప్రతి ఆవృత్తియందును పరివర్తనశ్రేణికి చెందిన పరమాణు అయన్‌లు, బహుళ యోజనీయతతో పాటు రంగులను కూడ కనపరచునని సూచించితిమి. వీటి రచనలలో పైపొరలో ఉన్న ఎలక్ట్రాన్‌లు సరిగా క్రింద నున్న పొరలోనికి, లేదా క్రింది పొరలోనివి మీది పొరలోనికి సులభముగా స్థానవినిమయమును స్వీకరించగలుగుటచే, వీటికి రంగు సంభవించినది. అట్లే కొన్ని కార్బన్ యౌగికములందుకూడ శిథిలబంధములుగల ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండుటచేతనే వాటికి రంగు అబ్బినదని కూడ అనుకొనవచ్చును. ఎలక్ట్రాన్‌ల అట్టిస్థాన వినిమయము అనునదనసంఘటనలో మనకు తారసిల్లినది. రంగునుచూపు కార్బన్ యౌగికములన్నియు సమాన శక్తియుతములగు వివిధ అనునదన స్వరూపములను స్వీకరించగల సామర్థ్యముగలవి అగుటచే, వాటి రచనలయందలి ఎలక్ట్రాన్‌లు, శిథిలబద్ధములై ఉన్నవనియు, వాటి పరస్పరసన్నివేశము శీఘ్రముగా మారుచుండుననియు అనుకొనవచ్చును. ఇదియే వాటి వర్ణావిర్భావమునకు కారణము. మే. వ. స.

**వలయ హైడ్రోకార్బన్‌లు**: పాలీమెతిలీన్ సామాన్య సాంకేతికము $C_nH_{2n}$. ఇవి ఓలిఫైన్‌లకు సమాంగ రూపములు. కాని ఓలిఫైన్‌లకు, వీటికి రాసాయనిక ప్రవృత్తియందు చాలభేదముకలదు. మొదటివి అసంతృప్త యౌగికములు. రెండవవి పారఫిన్‌లనుబోలు సంతృప్త యౌగికములు. వీటి రచనను గురించి సమీక్షలో (చూ. పు. 110 - 111) కొంత చర్చించితిమి. గుణములనుబట్టి వీటికి వలయరచనను ఆరోపించవలసి వచ్చినది. ఈ యౌగికములు ప్రకృతిలో ముఖ్యముగా రష్యాదేశపు కిరసనాయిలులో ఉండును. వీటిలో ముఖ్యమైనది సైక్లోహెక్సేన్. వీటిలో సైక్లోప్రొపేన్ క్లోరోఫార్మ్‌వలె మత్తుమందుగా వాడుకలో ఉన్నది.

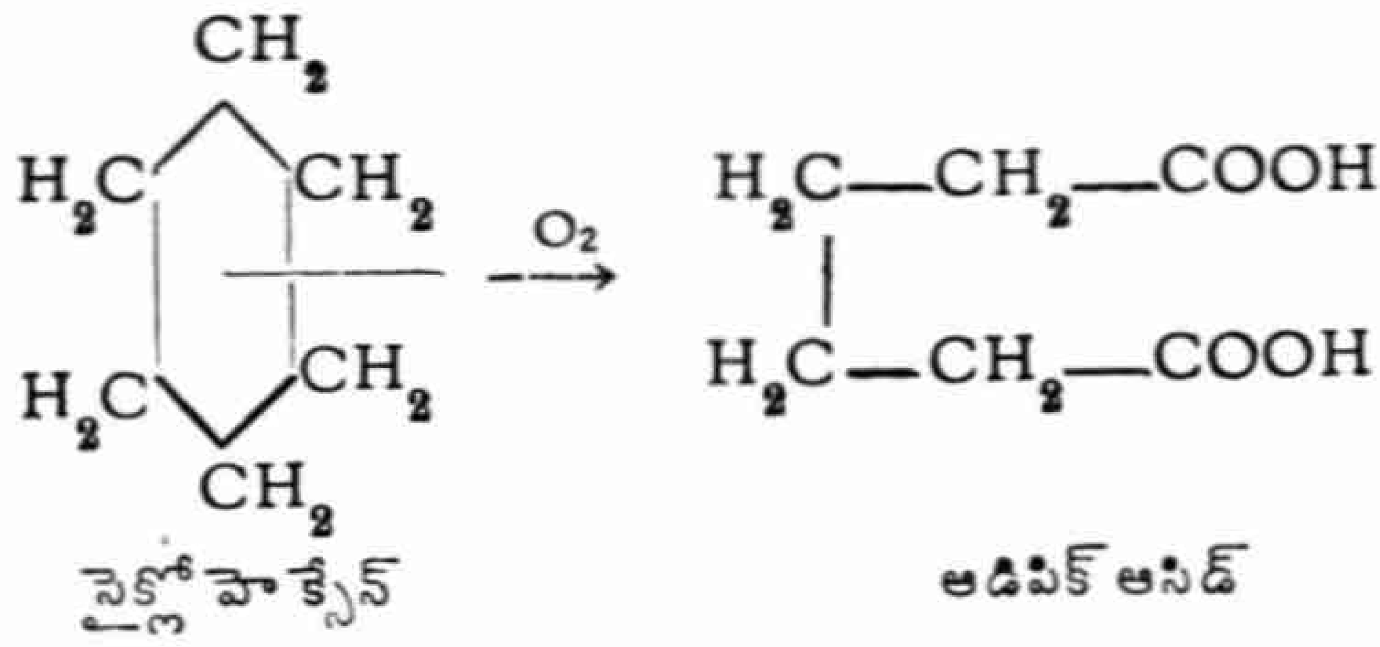


సైక్లోప్రొపేన్

సైక్లోహెక్సేన్ ($C_6H_{12}$): 180°C వద్ద నికెల్ సంపర్కమున బెన్జీన్‌ఆవిరి హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించి సైక్లోహెక్సేన్ ఏర్పడును. 180°C కన్న హెచ్చుతాపక్రమములో సైక్లోహెక్సేన్ మరల బెన్జీన్ హైడ్రోజన్‌లుగా విడిపోవును. ఈ విచ్ఛేదనమునకుకూడ నికెల్ ధాతువే ప్రేరకముగా ఆచరించును.

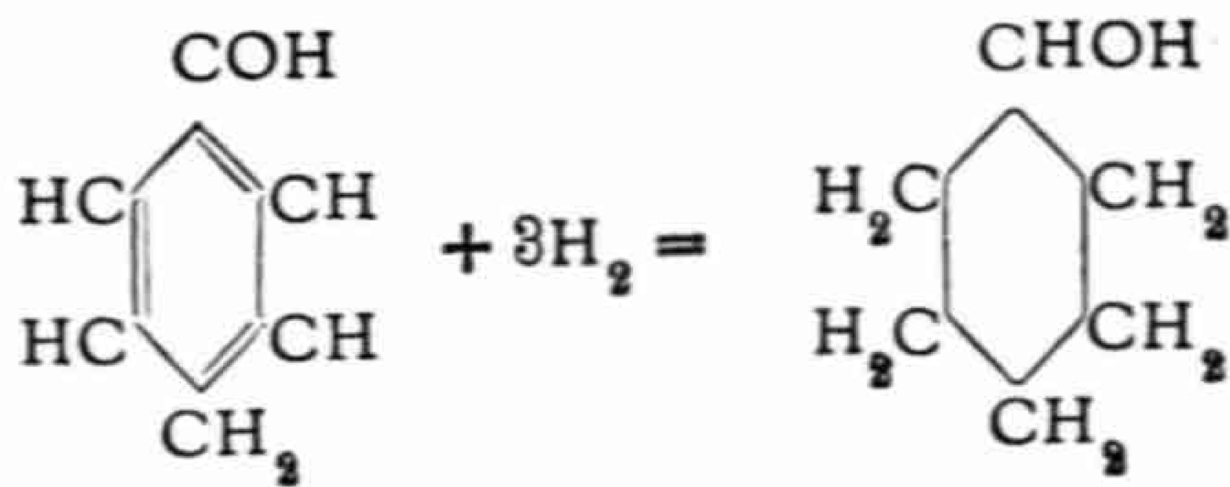
సైక్లోహెక్సేన్ రంగులేనిద్రవము. దీని క్వథనాంకము 81°C ; దీనికి సువాసన కలదు ; నీటిలో ఇది కరగదు. రాసాయనికప్రవృత్తిలో ఇది పారఫిన్‌ల పోలి ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్‌తోకాని, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తోకాని బెన్జీన్ ఇచ్చునట్లు ప్రతిస్థాపిత యౌగికములను ఈయదు.

మెల్లగా నైట్రిక్ ఆసిడ్ దీనిని ఆడిపిక్ ఆసిడ్‌గా మార్చ గలదు.

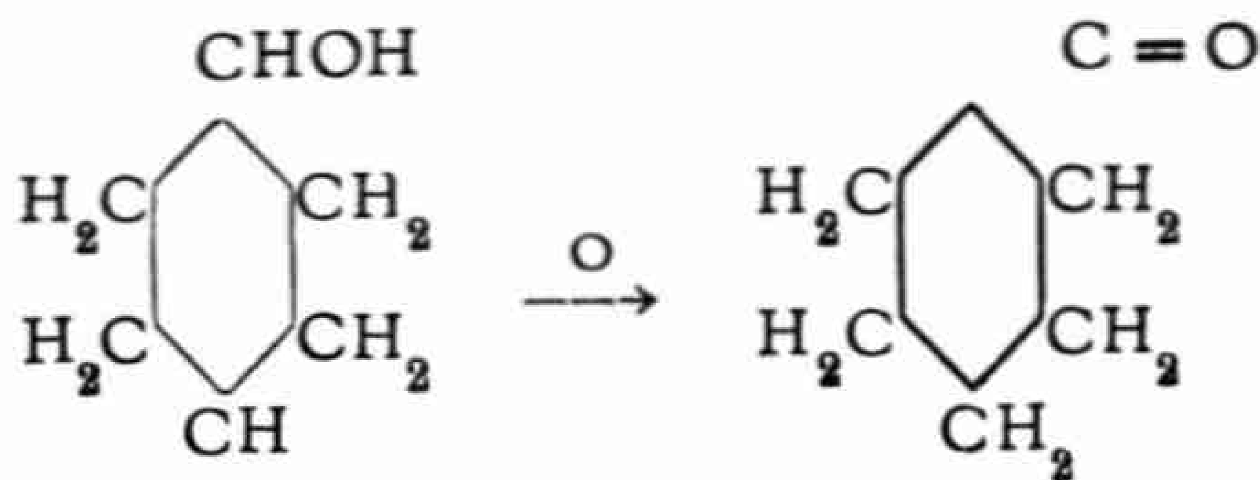



ఆడిపిక్‌గా మారుటలో వలయము బొమ్మలో చూపిన గీతవద్ద విడిపోయి, రెండుకొనలనున్న ($CH_2$) గణములు COOH గా ఆక్సీకరింపబడినవి. ఈప్రక్రియ సైక్లోహెక్సేన్ ఆరు కార్బన్ పరమాణువుల వలయమని రుజువుచేయుచున్నది.

సైక్లోహెక్సనోల్ ($C_6H_{11}OH$): దీనిని హెక్సాహైడ్రోఫీనోల్ అనికూడ అందురు. బెన్జీన్‌నుండి హైడ్రోజనీకరణము వలన సైక్లోహెక్సేన్‌ను తయారుచేసినట్లు ఫీనోల్‌ను నికెల్ సంపర్కమున హైడ్రోజనీకరించిన సైక్లోహెక్సనోల్ ఏర్పడును.

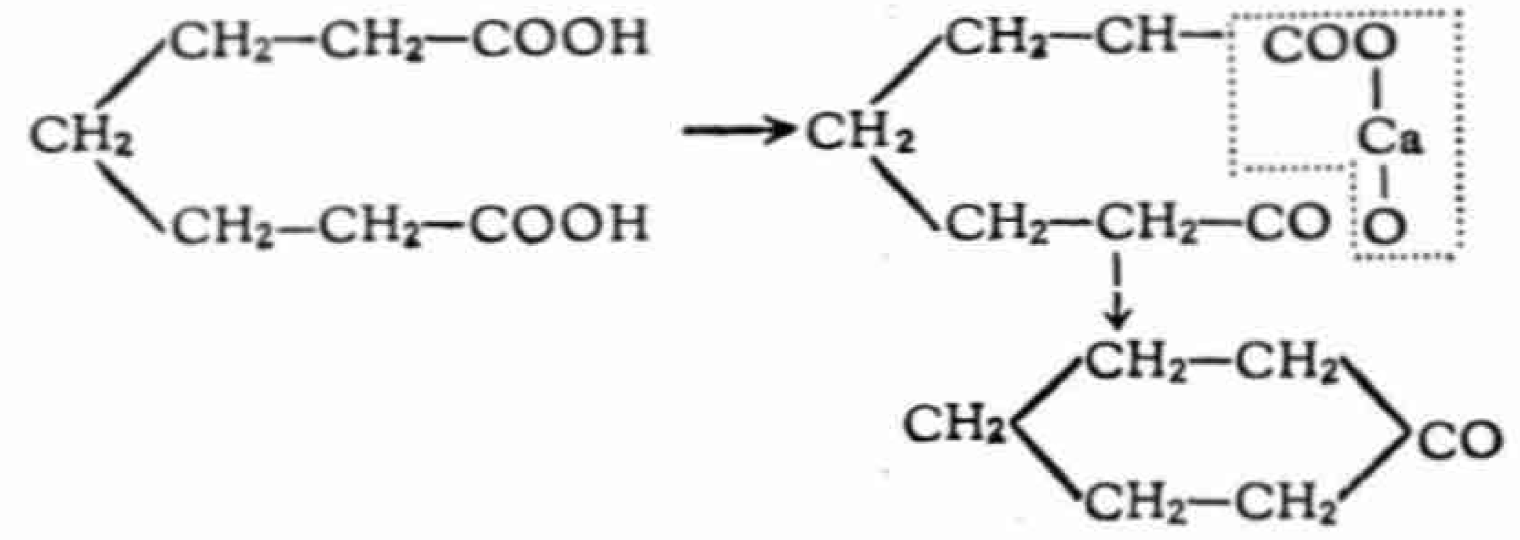


ఇది స్ఫటికద్రవ్యము (ద్రవాంకము 24°C); నీటిలో కరగును. సైక్లోహెక్సేన్, పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్‌ల పోలియున్నట్లు, సైక్లోహెక్సనోల్ మోనోహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్‌గా ఆచరించును. తాపీగా ఆక్సీకరించుట వలన సైక్లోహెక్సనోన్ అను కీటోన్‌గా ఇది మారును.



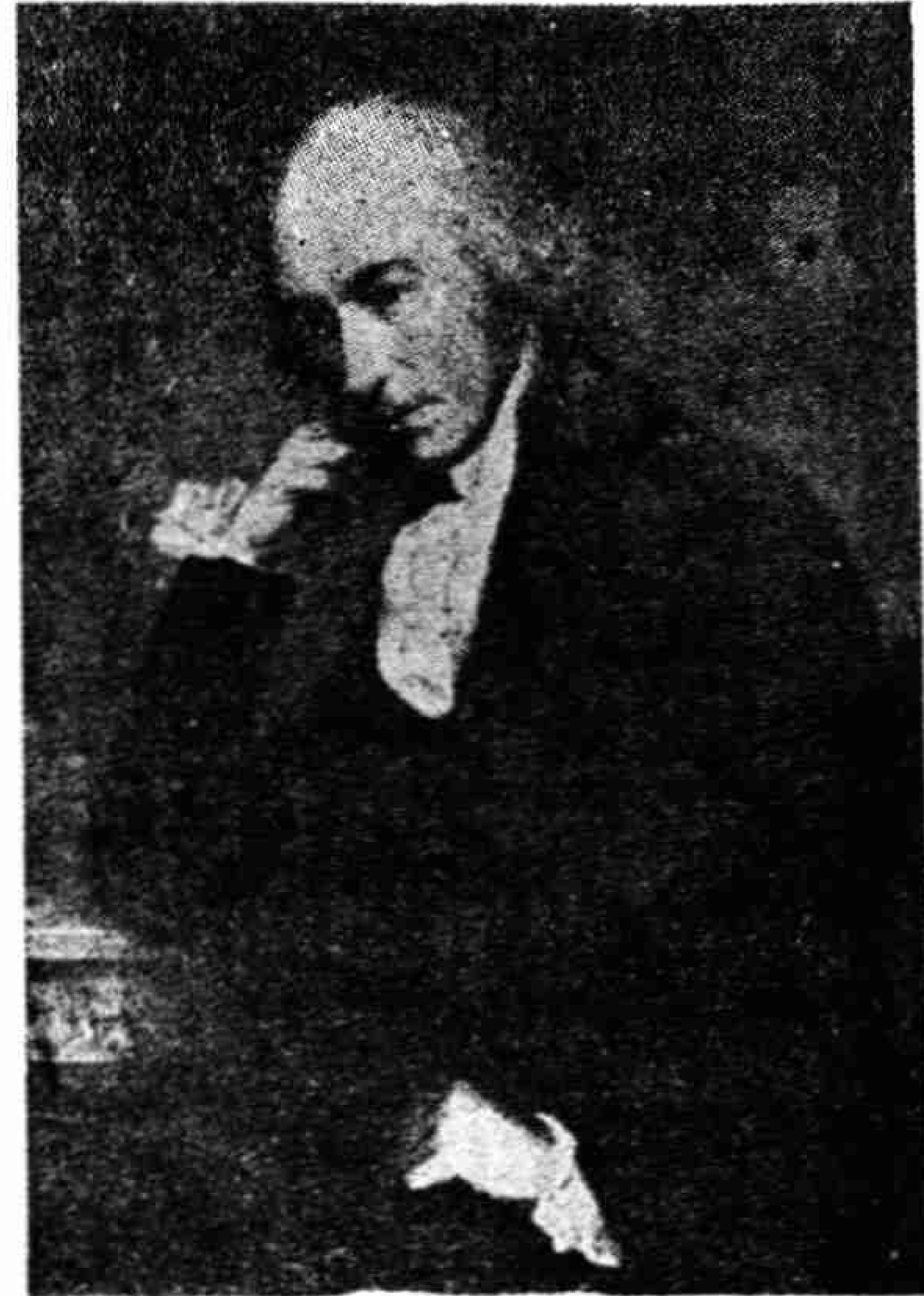
తీవ్రముగా ఆక్సీకరించుటవలన సైక్లోహెక్సేన్‌వలె ఇదికూడ ఆడిపిక్ ఆసిడ్‌ను ఇచ్చును.

సైక్లోహెక్సనోన్ ($C_5H_{10}CO$) (కీటోన్ యౌగికము): సైక్లోహెక్సనోల్‌ను క్రోమిక్ ఆసిడ్‌తో ఆక్సీకరించినప్పుడు సైక్లోహెక్సనోన్ లభించును. సక్సినిక్ ఆసిడ్‌గల హోమోలగీయశ్రేణికే చెందిన పిమెలిక్ ఆసిడ్ యొక్క కాల్సియమ్ లవణమును వేడిచేయుటవలన (చూ. ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్ రచనావిధానము-పు. 195) సైక్లోహెక్సనోన్ లభించును. ఈ రచనావిధానము సైక్లోహెక్సనోన్ యొక్క అణురచనను విశదపరచుచున్నది.



మే. వ. న.

**వాట్, జేమ్స్** (1736 - 1819): స్కాట్లండ్ దేశపు ఇంజనీర్. పేద కుటుంబములో జన్మించి తొలిని లండన్‌లోను, తరువాత గ్లాస్గోలోను శాస్త్రపరికరకారునివద్ద పని నేర్చుకొనుటకు చేరెను. గుప్తోష్ణతా సంఘటనను ఆవిష్కరించిన జోసెఫ్ బ్లాక్‌తో ఈతనికి పరిచయము లభించిన తరువాత, నీటి ఆవిరిని యంత్రములనడపుటకు ఉపయోగించవచ్చునని ఈయనకు తట్టినది. కొన్ని ప్రయోగములనుచేసిన తరువాత, న్యూకొమెన్ అను విజ్ఞాని సృజించిన ఆవిరియంత్రపు నమూనా ఒకటి ఈయన వద్దకు మరమ్మత్తుకై వచ్చినది. వెంటనే ఆ ఇంజన్‌ను మరింత కార్యదక్షముగా చేయుటకు ఉపాయములను కల్పించి ఆవిరియంత్రమును వ్యాపారయోగ్యముగా ఒనర్చెను. కేవెండిష్‌వలె తనుకూడ నీటి రాసాయనిక సంఘట్టనమును కనిపెట్టితినని ప్రచురించినాడు. విద్యుత్సామర్థ్యపు (ఎలక్ట్రిక్‌పవర్) యూనిట్‌నకు 'వాట్' అని ఈతని పేరు పెట్టబడినది. బౌల్టన్ (1728 - 1809) అను ఇంకొక ఇంజనీర్‌తో కూడ 'సోహో ఇంజనీరింగ్ సంస్థ'ను స్థాపించెను. 'హార్స్‌పవర్' అను సాంకేతికపదమును శాస్త్రలోకమునకు ప్రసాదించినవారు ఈ సంస్థలోని ఉమ్మడిదారులైన బౌల్టన్, వాట్.

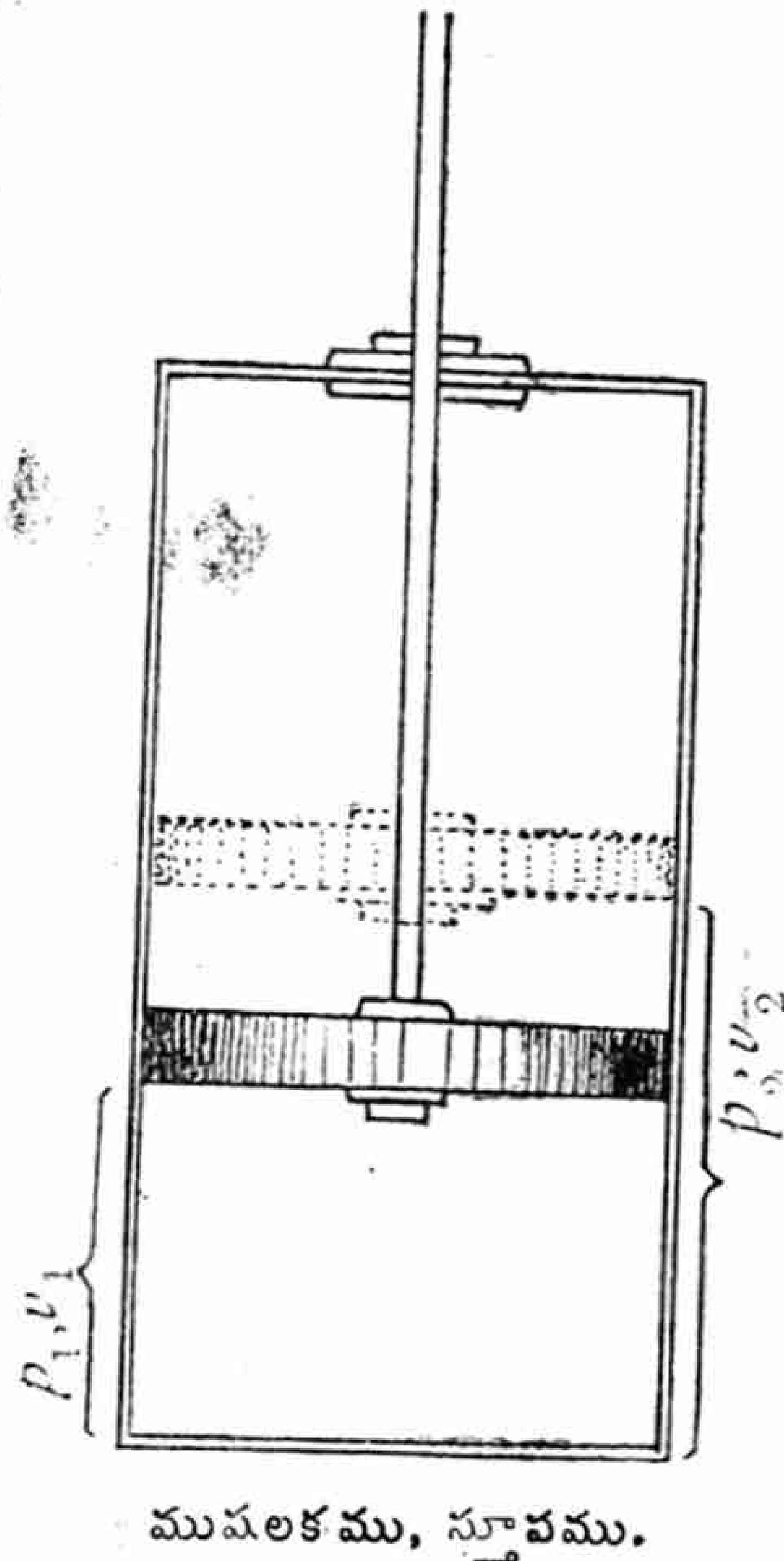


జేమ్స్ వాట్

అ. వెం. సూ. రా.

**వాయువులు :** భౌతికరాసాయనిక మూల భావములను వివరించుటయందు వాయుస్థితియొక్క అనుశీలన మిక్కిలి ఉపకరించును. అందువలన వాయుస్వభావమును గురించి తెలిసికొనుట చాల అవశ్యకము. ఇచ్చట 'వాయువులు' అన్నపదము సాక్షాత్తువాయువులకే కాక ద్రవములనుండి, ఘనములనుండి జనించు బాష్పములకు కూడ అన్వయించును. నిజముగా వాయువులకు, బాష్పములకు స్వభావభేదము అంతగా కన్పట్టదు. బాష్పములు సాధారణ పరిసరతాపక్రమములందు ద్రవములుగాగాని, ఘనములుగాగాని మారుటకు ఉంకించును. విశేష శ్రమ తీసికొనితగుపరిస్థితులను కల్పించినగాని వాయువులు ద్రవములుగా గాని, ఘనములుగాగాని మారవు.

సిలెండర్‌లో పిస్టన్ బిగుతుగా అమర్చబడినచో పిస్టన్‌ను క్రిందికి నొక్కుటవలన వాయువు ఆక్రమించిఉన్న ఆయతనమును తగ్గించవచ్చును. పిస్టన్ క్రిందికి నొక్కిన తర్వాత గాలి ఆయతనము, పూర్వపు ఆయతనములో సగమున్నచో పిస్టన్ క్రిందనున్న వాయువు పిస్టన్‌పై పూర్వముకన్న రెండింతల ప్రేషమును కలుగజేయును. ఆయతనము మూడవవంతుకు తగ్గిన ప్రేషము మూడింతలు అగును. ఆ పిస్టన్‌ను పైకిలాగి ఆయతనము హెచ్చించిన ప్రేషము ఇట్లే తగ్గును. వాయువులయొక్క ఇట్టిప్రవర్తనను, అనగా ఆయతనము తగ్గుకొలది ప్రేషము హెచ్చుచుండునను విషయమును, 1667 లో బోయిల్ నియమముగా సూత్రీకరించెను (చూ. పు. 514). 'స్థిరతాపక్రమపరిస్థితులలో నియత ద్రవ్యరాశి గల వాయువుయొక్క ఆయతనము, దాని ప్రేషము విలోమ నిష్పత్తిలో ఉండును' అని ఆయన నిర్వచనము.



ముషలకము, స్తూపము.

ఒకప్రయోగములో ప్రారంభమున వాయువుయొక్క ప్రేషము p అనియు, దానికి అనుగుణమైన ఆయతనము v అనియు అనుకొందము. ఇప్పుడు p ని $p_1$ గా మార్చినచో తదనుగుణముగా v అనునది $v_1$ గా మారును. ఈ ప్రయోగఫలితమును బోయిల్ నియమమును అనుసరించి బీజగణితపద్ధతిని వ్రాసినచో :

$p_1 : p :: v : v_1$ లేదా $\frac{p_1}{p} = \frac{v}{v_1}$.... (i) అని లభించును.

ఇంకొకప్రయోగములో p ని $p_2$ గా మార్చినచో తదనుగుణముగా v అనునది $v_2$ గా మారును. ఈఫలితమును కూడ బోయిల్ నియమానుసారము నిరూపించినచో :

$$\frac{p_2}{p} = \frac{v}{v_2} \ldots\ldots\ldots (ii)$$ అని లభించును.

ఈ రెండు సమీకరణములను బీజగణిత పద్ధతులననుసరించి $pv = p_1v_1 \ldots (i)$ $pv = p_2v_2 \ldots (ii)$ అని వ్రాయవచ్చును. ఈ రెండు సమీకరణముల నుండి $pv = p_1v_1 = p_2v_2 \ldots (1)$ అని తెలియును.

అనగా పరస్పరసంబంధముగల p, v ల విలువలను ఒకదానితో ఇంకొకదానిని గుణించగా వచ్చు లబ్ధములు ఎప్పుడును సమానమైన విలువలుగలవిగా ఉండును. ఈ ప్రయోగఫలమును క్రింది విధముగా కూడ నిర్వచించవచ్చును. నియతద్రవ్యరాశిగల వాయువుయొక్క ఆయతనమును దానికి సంబంధించిన ప్రేషముతో గుణించగా వచ్చిన ఫలము, స్థిరతాపక్రమములో స్థిరమూల్యమును గలిగి ఉండును. ఆ స్థిరమూల్యమును k చే గుర్తించిన పైసమీకరణము pv = k అగును. దీనికి 'బోయిల్ నియమము' అని పేరు.

**గేలుసాక్ నియమము :** పైనిచెప్పిన సిలెండర్‌లో కొంత వాయువునుఉంచి, పిస్టన్‌ను కదలకుండ బంధించి, వాయువును వేడిచేసినపుడు దాని ప్రేషము తాపక్రమముతో ఎక్కువగును. ప్రేషము తాపక్రమముతో ఎట్లుమారునో నిర్ణయించుటకు కావించిన రెండుప్రయోగములఫలితములు ఈక్రిందను ఈయబడినవి. ఈ రెండు ప్రయోగములందును వాయువుయొక్క ద్రవ్యరాశి ఒకటే.

| మొదటిప్రయోగము : ఆయతనము = 2 లీటరులు | |
|---|---|
| తాపక్రమము | ప్రేషము |
| 0° C | 2 వాతావరణలు |
| 50° C | 2·37 వాతావరణలు |
| 100° C | 2·74 వాతావరణలు |

| రెండవప్రయోగము : ఆయతనము = $1\frac{1}{3}$ లీటరులు | |
|---|---|
| తాపక్రమము | ప్రేషము |
| 0° C | 3 వాతావరణలు |
| 50° C | 3·55 వాతావరణలు |
| 100° C | 4·11 వాతావరణలు |

మొదటి ప్రయోగఫలితములనుండి తాపక్రమమునందు ప్రతి సెంటిగ్రేడ్‌డిగ్రీ ఎక్కువకు ప్రేషములో 0·0074 వాతావరణ హెచ్చు కనిపించినట్లు లెక్కించి చూపవచ్చును.

$$\frac{2{\cdot}37-2}{50}=0{\cdot}0074\,;\ \frac{2{\cdot}74-2}{100}=0{\cdot}0074$$

ఇట్లే రెండవప్రయోగమందు ప్రతి సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీ ఎక్కువకు ప్రేషమందలి హెచ్చు 0·0111 వాతావరణమని చూపవచ్చును :

$$\frac{3{\cdot}55-3}{50}=\frac{0{\cdot}55}{50}=0{\cdot}011\,;\ \frac{4{\cdot}11-3}{100}=0{\cdot}0111$$

ప్రేషములోని ఈ హెచ్చులు వాయువుయొక్క మొదటి ప్రేషములో ఎన్నవవంతో లెక్కకట్టినపుడు విశేష నియమము ఒకటి బయటపడును. మొదటి ప్రయోగములో కనబడిన హెచ్చు 0·0074 వాతావరణము. అందు వాయువు యొక్క మొదటిప్రేషము 2 వాతావరణలు.

0·0074 అను అంకె 2 లో $\frac{0{\cdot}0074}{2}=0{\cdot}0037$ వ వంతు.

అట్లే 0·0111 అను అంకె 3 లో $\frac{0{\cdot}0111}{3}=0{\cdot}0037$ వ వంతు.

ప్రేషములోనిహెచ్చు తొలిప్రేషములో ఎన్నవభాగమో తెలియజేయుసంఖ్యకు 'ప్రేషగుణకము' అనిపేరు. ఈ రెండు ప్రయోగములందును లభించిన ప్రేషగుణకముయొక్క విలువ ఒకటే. ఈ రెండే కాదు; మరిఎన్ని ప్రయోగములు కావించినను ప్రేషగుణకముయొక్క విలువ సరిగా 0·0037 అగును. అనగా ఈగుణకమును వాయుస్థితియొక్క విశిష్టగుణముగా భావించవచ్చును. ఏవాయువునైన స్థిరాయతనపరిస్థితులలో వేడిచేసినప్పుడు తాపక్రమమునందు ప్రతి డిగ్రీఎక్కువకు 0° వద్ద దానికున్న ప్రేషములో 0·0037 వ వంతు ఎక్కువగును.

మరొక విశేషమేమనగా వాయువును వేడిచేసినపుడు దాని ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచుటకు బదులుగా దాని ప్రేషమును స్థిరముగా ఉంచి ఆయతనమును పెరుగనిచ్చిన, తాపక్రమమందు ప్రతిడిగ్రీ హెచ్చునకు 0° వద్ద వాయువునకు ఉన్న ఆయతనములో మరల 0·0037 వ వంతు ఆయతనము హెచ్చగును. ప్రతిసెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీకి సంభవించు ఈ ఆయతన అతిశయమునకు వాయువుయొక్క 'ఆయతన గుణక'మని పేరు. ప్రేషగుణకము, ఆయతన గుణకము రెండును సమానమైన విలువను కలిగియుండుట, వాయువులయొక్క ముఖ్య లక్షణము. ఈ గుణకమును $\alpha$ అను గ్రీక్ అక్షరముతో గుర్తించుట సంప్రదాయము. ఈ గుణక చిహ్నమగు $\alpha$ ను ఉపయోగించి, 0° వద్ద ఒక వాయువుకు ఉన్న ప్రేషముగాని, ఆయతనముగాని తాపక్రమముతో ఎట్లు పెరుగునో సూచించు రెండు సమీకరణములను సంపాదించ వచ్చును.

**ప్రేషాతిశయము :** ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచినపుడు 0° వద్ద $p_0$ ప్రేషములో నున్న వాయువును $t^o$లకు వేడిచేసితిమి అనుకొందము. ప్రతిడిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకు, ప్రేషములోని ఎక్కువ తొలిప్రేషములో $\alpha$ అంశకు అనగా $p_0\times\alpha$ కు సమానమగును. $t^o$ లకు అతిశయము $p_0\alpha t$ కు సమానమగును. అందువలన $t^o$ వద్ద వాయువుయొక్క ప్రేషము :

$$p=p_0+p_0\alpha t=p_0(1+\alpha t)\ldots\ldots\ldots(2)$$

**ఆయతనాతిశయము :** ప్రేషమును స్థిరముగానుంచినపుడు 0° వద్ద $v_0$ ఆయతనముగల వాయువును $t^o$ లకు వేడిచేసినపుడు ప్రతిడిగ్రీ తాపక్రమాతిశయమునకు తొలి ఆయతనములో $\alpha$ భాగము $(v_0\alpha)$ హెచ్చు కనిపించును. $t^o$ లకు అతిశయము $v_0\alpha t$ అగును. అందువలన $t^o$ వద్ద వాయువుయొక్క ఆయతనము :

$$v=v_0+v\alpha t=v_0\,(1+\alpha t)\ldots\ldots\ldots(3)$$

**బోయిల్ నియమము :** తాపక్రమము స్థిరముగా ఉన్నపుడు $pv=p_1v_1=p_2v_2=K$ (స్థిరాంకము)......(1)

**చార్లెస్ నియమము :** ఆయతనము స్థిరముగా ఉన్నపుడు, తాపక్రమము హెచ్చినచో ప్రేషమందలి మార్పును తెలియజేయు సమీకరణము :

$$p=p_0\,(1+\alpha t)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

ప్రేషము స్థిరముగాఉండి, తాపక్రమము హెచ్చినచో ఆయతనమునందలిమార్పును తెలియజేయు సమీకరణము:

$$v=v_0\,(1+\alpha t)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

ఈ మూడు సమీకరణములును పరిసరపరిస్థితులకు అనుగుణముగా ఉండెడు వాయుస్థితిని నిరూపించుటకు చాల ముఖ్యమైనవి.

పై చర్చలో వాయువులప్రవర్తనను నిరూపించుటలో ఆయతనము (v), ప్రేషము (p), తాపక్రమము (t) అను మూడు పరిమాణములను వాడితిమి. ద్రవ్యస్థితిని నియమించు ఇట్టి పరిమాణములకు 'చలాంకములు' అని పేరు. వాయుస్థితిని నిరూపించుటకు p, v, t అను మూడు చలాంకములు ఆవశ్యకములు. ఇదివరకు ఒక చలాంకమును మారకుండునట్లుచేసి తక్కిన రెండింటిలో ఒకదానిని మార్చినపుడు రెండవది ఎట్లు మారునో కనుగొంటిమి.

t స్థిరముగా ఉన్నపుడు p తో v ఎట్లుమారునో బోయిల్ నియమము (పై 1 వ సమీకరణము) తెలియజేయును.

v స్థిరముగా ఉన్నపుడు t తో p ఎట్లుమారునో చార్లెస్ నియమము (పై 2 వ సమీకరణము) తెలియజేయును.

p స్థిరముగా ఉన్నపుడు t తో v ఎట్లుమారునో చార్లెస్ నియమము (పై 3 వ సమీకరణము) తెలియజేయును.

ఇక ఈ మూడిటిలో రెండు చలాంకములు ఒకేసారి మారునపుడు వాయువుయొక్కస్థితి ఎట్లుమారునో చూడ వలసిఉన్నది.

ప్రయోగములందు సాధారణముగా ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచిగాని, ప్రేషమును స్థిరముగా ఉంచిగాని వాయువును వేడిచేయుట జరుగదు. అనగా ఆయతనము, ప్రేషము - ఈ రెండు పరిస్థితులును ఏకకాలమున మారునట్లు వాయువును వేడిచేయుట తటస్థించును. ప్రేషము, ఆయతనము - ఈ రెండును ఏకకాలములో మారుపరిస్థితికి అన్వయించు సమీకరణమును క్రింది విధమున సాధించవచ్చును.

$0^\circ$ వద్ద ఏదేనివాయువుయొక్క ప్రేషము $p_0$ అనియు, ఆయతనము $v_0$ అనియు అనుకొందము. దీనిని $t^\circ$ లకు వేడిచేసినపుడు దానిప్రేషము $p_1$ కు, ఆయతనము $v_1$ కు మారినవనుకొందము. ఈమార్పు ఏకకాలమందు జరిగినప్పటికిని గణనాసౌకర్యముకొరకు ఇది రెండు మజిలీలలో జరిగినట్లు భావింతుము.

మొదట ప్రేషమును స్థిరముగాఉంచి తాపక్రమమును $0^\circ$ నుండి $t^\circ$ కు అధికము చేసినచో $v_0$, $v'$ కు మారును; 3 వ సమీకరణప్రకారము :

$$v' = v_0 (1 + \alpha t) \ldots\ldots\ldots (4)$$

రెండవ మజిలీలో తాపక్రమమును స్థిరముగాఉంచి, ప్రేషమును $p_0$ నుండి $p_1$ కి మార్చుదము. అప్పుడుబోయిల్ నియమము (1 వ సమీకరణము) ప్రకారము $v'$, $v_1$ కి మారును :

$$p_1 v_1 = p_0 v' \ldots\ldots\ldots (5)$$

5 వ సమీకరణమునుండి $v'$ యొక్క మూల్యమును 4 వ సమీకరణములో జొన్పినచో

$p_1 v_1 = p_0 v_0 (1 + \alpha t) \ldots (6)$ అని సిద్ధించును.

దీనియందున్న $\alpha$ యొక్క విలువను ఇదివరకు మనకు పరిచితమైన భిన్నాంకము ($\alpha = 0{\cdot}0037$ లేదా $\frac{1}{273}$) చే తెలియజేసినచో

$p_1 v_1 = p_0 v_0 \left(1 + \frac{1}{273} \times t\right) = p_0 v_0 \left(\frac{273+t}{273}\right)$ అగును

ఇప్పుడు $273 + t$ కి బదులుగా T అని వ్రాసిన

$p_1 v_1 = p_0 v_0 \frac{T}{273}$ అగును..........(7)

ఇక్కడ T పరమతాపక్రమమానములో తాపక్రమాంశలకు గురుతు (చూ. పరమతాపక్రమమానము-పు. 454). దీనిని కొంచెము సర్ది సామాన్యముగా

$pv = \frac{p_0 v_0}{273} \times T \ldots (8)$ అని వ్రాయవచ్చును.

ఇచ్చట $p_0$ కి మనఇచ్చవచ్చిన విలువను ఈయవచ్చును. అప్పుడు $p_0$ యొక్క విలువకు అనుగుణమైనవిలువను $v_0$ కలిగిఉండును. '273' అను సంఖ్య పరమ తాపక్రమమానములో సెంటిగ్రేడ్ శూన్యతాపక్రమమును తెలియజేయును. ఈ పై సమీకరణము ఒక నియతద్రవ్యరాశి వాయువునకు వర్తించునని జ్ఞాపకముంచుకొనవలయును. ఆ నియతరాశి 1 గ్రాము అనుకొందము. $p_0$ ను ఒక వాతావరణప్రేషమునకు సమమైనట్లు గ్రహించితిమేని $v_0$ ఒక వాతావరణప్రేషములో 273°K (పరమతాపక్రమము) వద్ద(లేదా 0°C వద్ద) 1 గ్రాము వాయువుయొక్క ఆయతనమును తెలియచేయును. కనుక ఒకగ్రాము వాయువునకుసంబంధించిన సమీకరణమును

$pv = \frac{p_0 v_0}{273}$ లేదా $pv = rT$ అని వ్రాయవచ్చును.

ఇచ్చట $r = \frac{p_0 v_0}{273}$

ఏదేని ఒకవాయువునకు r అనునది స్థిరాంకముగాఉండును. ఏలన $p_0$ = ఒక వాతావరణ ప్రేషము అయినపుడు, తాపక్రమము 0° C అయినపుడు, 1 గ్రాము వాయువుయొక్క ఆయతనమును $v_0$ తెలియజేయును. ఇది ఆ పరిస్థితులలో మారని అంకె. 273 కూడ ఒకస్థిరాంకమే. అందువలన $\frac{p_0 v_0}{273}$ స్థిరాంకమే అగును. కాని 0° C వద్ద ఒకవాతావరణప్రేషములో ఒక గ్రామువాయువు స్వీకరించు ఆయతనము, ఆ వాయుస్వభావముతో మారుచు ప్రతి వాయువునకు భిన్నముగా ఉండును. కనుక r విలువ ప్రతివాయువునకు వేర్వేరుగా ఉండును.

అందువలన $pv = rT$ అను సమీకరణము సామాన్యముగా అన్నివాయువులకు వర్తించదు. దీనిని సామాన్యముగా అన్నివాయువులకు వర్తించునట్లు చేయవలెననిన వాయుస్వభావమునుపట్టి మారనటువంటియు, అన్ని వాయువులకు సమానమగునట్టియు ప్రమాణాయతనమును ఒకదానిని సమీకరణములోనికి గ్రహించవలయును. అన్ని వాయువులకును ఒకేపరిమాణముగల ఆయతనము ఆవాగాడ్రోకల్పనను ఉపయోగించిన లభ్యమగును. ఈ కల్పన

ప్రకారము, సమాన ప్రేషతాపక్రమపరిస్థితులలో ఏ వాయువుయొక్క అణుభారమైనను 22·4 లీటరుల ఆయతనమును ఆక్రమించును. దీనికి అణు ఆయతనమని పేరు. అందువలన అణుఆయతనము అన్నివాయువులకును వర్తించు స్థిరాంకము. $v_0$ యొక్క విలువగా ఈ అణు ఆయతనము $v_m$ ను గ్రహించినపై 8 వ సమీకరణము ఈ క్రిందిరూపమును గ్రహించును :

$$\frac{p\,v}{T} = \frac{p_0 v_m}{273} \ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

9 వ సమీకరణమందు కుడివైపున ఉన్న నిష్పత్తిలో రాశులన్నియు స్థిరాంకములే. అందువలన ఈనిష్పత్తికూడ స్థిరాంకము అగును. ఈ స్థిరాంకమును R అను అక్షరముచే గుర్తించినచో పై సమీకరణము :

$$\frac{p\,v}{T} = R \text{ లేదా } pv = RT \ldots(10) \text{ అగును.}$$

$p_0, v_m$ లకు ప్రమాణమూల్యములను ఇచ్చి R యొక్క విలువను లెక్కకట్టవచ్చును.

$p_0$ = ఒక వాతావరణ ; $v_m$ = 22·4 లీటరుల (అణు ఆయతనము).

$$\therefore \frac{p_0 v_m}{273} = \frac{1 \times 22{\cdot}4}{273} = R = 0{\cdot}082 \text{ లీటరు - వాతావరణ}$$

$pv_m$ అనుదానిలో p వాతావరణలలోను, $v_m$ లీటరుల లోను వ్యక్తమై ఉన్నవి. కనుక $pv_m$ అను గుణన ఫలము లీటరు-వాతావరణలు అగును. ఈగుణనఫలము పని యొక్క పరిమాణమును కలిగియున్నదని చూపవచ్చును. అందువలన R = 0·082 లీటరు - వాతావరణ అనగా, ఒక అణుభారము వాయువును పరమతాపక్రమములో 0°C నుండి 1°C కి వేడిచేసినపుడు, దానివలన మనకు లభ్యమగు పని 0·082 లీటరు-వాతావరణ అని తెలును. $v_m$ ని ఘన సెంటీమీటరులలోను, p ని డైన్‌లలోను తెలియజేసినచో R మూల్యమును అర్గ్‌లలో వ్యక్తపరచవచ్చును. p ని డైన్‌లలో వ్యక్తపరచుట క్రింది సమాలోచనవలన సాధ్య మగును. వాతావరణప్రేషము అనగా చదరపు సెంటీ మీటరు వైశాల్యము, 76 సెం.మీ.లు పొడవుగల పాదరస స్తంభమును నిలువబెట్టగల, అనగా 76 ఘ. సెం. మీ.లు పాదరసపు బరువునకు సమానమగు ప్రేషము. పాదరసపు సాంద్రత 13·6 కనుక 76 ఘ.సెం. మీ.లు పాదరసపుబరువు = 76 × 13·6 అనగా 1033·6 గ్రాములు (గ్రాములను డైన్‌లలోనికి మార్చవలెననిన 981 చే గుణించవలెను).

$$\therefore R = \frac{22{,}400 \times 1033{\cdot}6 \times 981}{273} = 8{\cdot}317 \times 10^7 \text{ అర్గ్‌లు.}$$

$4{\cdot}187 \times 10^7$ అర్గ్‌లు, ఒక కేలోరీ ఉష్ణతకుసమానము కనుక

$$R = \frac{8{\cdot}317 \times 10^7}{4{\cdot}187 \times 10^7} = 1{\cdot}987 \text{ కేలోరీలు.}$$

$pv_m = RT$ అను సమీకరణమునకు వాయుస్థితిసమీకరణము అనిపేరు. ఈ సమీకరణమును సాధించుటలో $v_m$ అనుదానిని గ్రాముఅణుఆయతనమని అనుకొంటిమి. కనుక ఈ సమీకరణము ఒకగ్రాముఅణుభారమునకే వర్తించును. దీనిని n అణుభారములవాయువుకు వర్తించునట్లు చేయవలెననిన $v_m$ ని n చేత గుణించి, n అణుభారముల ఆయతనముగా గ్రహించవలెను. ఈ n అణుభారముల ఆయతనమును V చే గుర్తించినచో పై సమీకరణము :

pV = nRT అగును.

వాయువుల యొక్కయు, బాష్పముల యొక్కయు అణుభారములను నిర్ణయించుట ఈ సమీకరణముయొక్క ముఖ్య ప్రయోజనము. అందులకై దానిని క్రిందివిధమున మార్చవలెను :

$$pV = nRT$$

అచ్చట గ్రాముఅణుభారములను తెలియజేయు సంఖ్య (n), వాయువుయొక్క ద్రవ్యరాశి (g) ను దాని అణు భారము (M) తో భాగించిన లభ్యమగును :

$$n = \frac{g}{M} \therefore pV = \frac{g}{M}RT$$

ఈ సమీకరణములో ఇవతల అవతల పదములను కొంచెము సర్ది $M = \frac{gRT}{pV}$ అని వ్రాయవచ్చును.

g గ్రాముల వాయువుయొక్క T తాపక్రమములో p వాతావరణల ప్రేషమువద్ద ఆక్రమించిన ఆయతనము V ని ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించగలిగినచో, R (స్థిరాంకము) మూల్యము ఇదివరకే తెలిసినది కనుక, అణు భారము Mను లెక్కకట్టవచ్చును. వాయువుల, బాష్పముల అణుభారములను నిర్ణయించుటకు ఆధార సమీకరణము ఇదియే (చూ. అణుభారనిర్ణయము - పు. 126).

వాన్‌డర్‌వాల్స్ వాయు సమీకరణము : pv = RT అను సరళ వాయుసమీకరణము వాయువుల ధర్మముల నన్నిటిని సంగ్రహించు చున్నదని ఇదివరకే నిరూపించి ఉంటిమి. ఈ సమీకరణమును స్థాపించుటలో వాయువుల యొక్క రెండు వాస్తవిక ధర్మములను ఉపేక్షించితిమి. వాయు కణములు ద్రవ్యకణములయ్యును అవి చోటును ఆక్ర

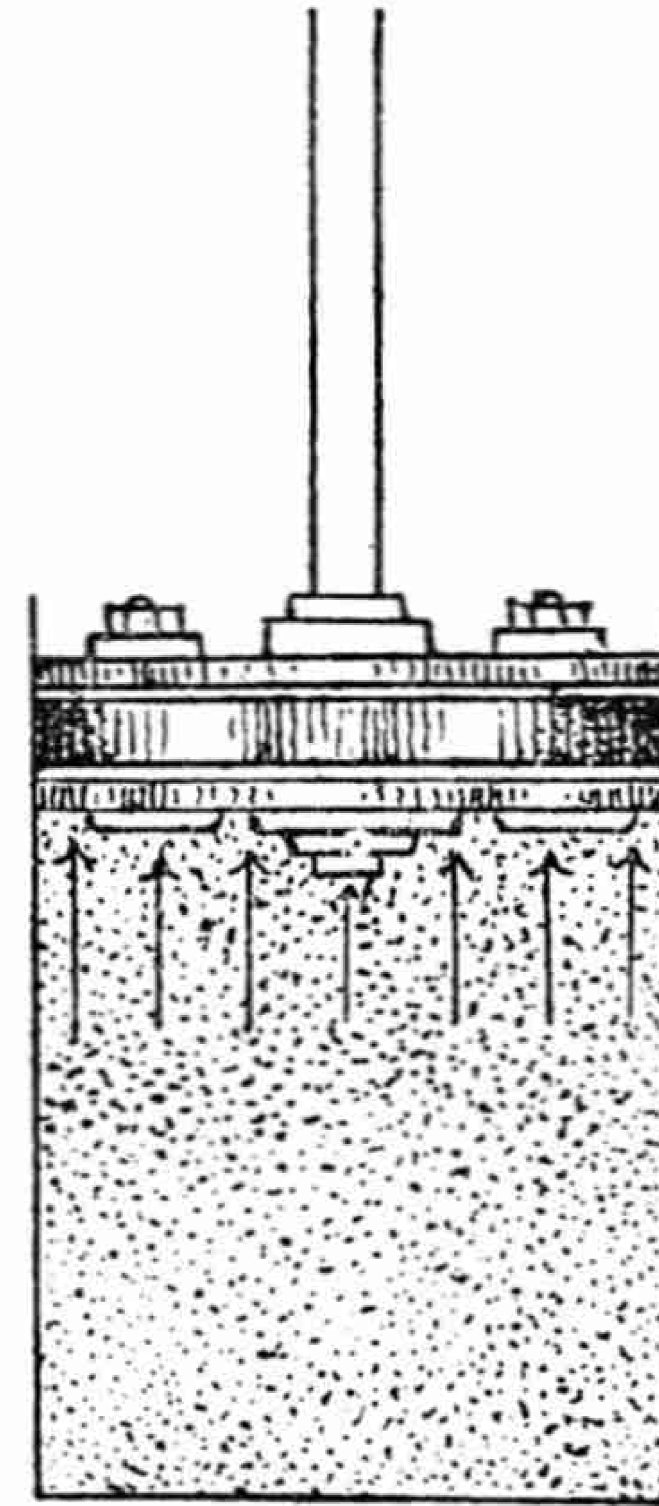
మించని బిందువులని అనుకొనుట మొదటి లోపము ; ఆ వాయుకణములమధ్య పరస్పరాకర్షణబలములు లేవను కొనుట రెండవలోపము. ఈరెండుధర్మ్మములను ఉపేక్షించుటచే వాయువును కల్పిత (ఐడీయల్) వాయువుగా పరిగణించి దానికి సరళనియమములను ఆరోపించి సరళవాయుసమీకరణమును సాధించితిమి. ఈసరళవాయు సమీకరణము మిక్కిలి తక్కువ ప్రేషములలోతప్ప తక్కిన పరిస్థితులయందు వాయుప్రవర్తనను నిరూపించలేదు. అట్టి అల్పప్రేషములలోవాయుసమీకరణముసప్రమాణమగుటకు కారణము, అట్టి పరిస్థితులలో వాయు ఆయతనము చాల పెద్దది అగుటచే, పరస్పరాకర్షణబలములు ఉండుటకు వీలు లేనంత దూరదూరముగ వాయుకణములు ఉండును. అంతేకాక, ఆయతనము చాలపెద్దది అయినపుడు ప్రత్యేక కణములు ఆక్రమించుచోటు వాయువుయొక్క ఆయతనముతో సరిపోల్చి చూచిన లెక్కలోనికి తీసికొనిరానవశ్యములేనంత చిన్నదిగా ఉండును.

కాని, క్షీణప్రేషములకు గురియైనప్పుడేకాక అన్ని ప్రేషములకును అన్వయించు వాయుసమీకరణముయొక్క ఆవశ్యకత భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు 18 వ శతాబ్దమునందే కనిపెట్టి అప్పటినుంచి అనేకులు ఈసరళవాయుసమీకరణమును సవరించుచు హెచ్చుసంతృప్తికరమగు సమీకరణములను సూచించిరి. వారికందరకు వాన్ డర్ వాల్స్ అను డచ్ భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు మార్గదర్శి.

సరళవాయుసమీకరణస్థాపనయందు ఉపేక్షితములైన కణముల నిజాయతనము, వాటి పరస్పరాకర్షణబలము- ఈరెండిటిని గణనలోనికి తీసికొనివచ్చి క్రింది సమీకరణమును వాన్ డర్ వాల్స్ స్థాపించెను :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

ఎడమచేతివైపు 'p' స్థానములో $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$ అనియు, 'v' బదులు $(v - b)$ అనియు పదములను ప్రయోగించుటకు ఈయన నిరూపించినయుక్తులను గ్రహించుట కష్టముకాదు. మొదట $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$ అను పదమును తీసికొందము. సరళవాయుసమీకరణము $pv = RT$ లో p ఉన్నచోట ఈయన $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$ ను జొన్పుటకుగల సామంజస్యమును మనము క్రిందివిధమున గ్రహించ వచ్చును. ఇచ్చట చలదణుసిద్ధాంతపు ప్రమేయములను మనము జ్ఞప్తికి తెచ్చుకొనవలెను. అందు మొదటిప్రమేయము వాయుస్థితిలో అణువులు అతిస్వేచ్ఛగా ఋజుమార్గమున చలించుచుండుననియు, ఈ వాయుఅణువులు వాటిని బంధించు పాత్ర గోడలపై కలుగజేయు ఆఘాతములసముదాయఫలమే ఆ వాయుప్రేషమనియు సూచించును. ఈప్రమేయమును కణములమధ్య వాటిదూరమునకు ప్రతిలోమముగా మారు ఆకర్షణబలములుకూడ ఉన్నవనుప్రమేయముతో కలిపి చూచిన క్రిందివిధమున ఆలోచించవచ్చును.



వాన్ డర్ వాల్స్ ప్రేషము

చిత్రములో చూపినట్లు ముషలకము (పిస్టన్) తో కూడిన స్తూపాకారపాత్రలో వాయువు బంధించబడి ముషలకముపై నున్న బరువుతో సమతులిత స్థితిలో తన ఒత్తిడిని ముషలకపు క్రింది భాగమున కల్గించుచున్నది అనుకుందము. పాత్రలోని వాయు అణువులన్నియు ముషలకపు అధస్థలముపై ఎట్లో తక్కిన పాత్రగోడలన్నిటిపైని అట్లే ఒత్తిడి చేయును. మన వివరణకొరకు ముషలకముపై వాయువు నెరపుచున్న ప్రేషమునే ఆలోచింతము. ముషలకమునకు సూటిగా క్రిందనున్న గాలి పొరలోని అణువులు ముషలకమునకు ఆఘాతములు కలుగజేయును. ఈ ఆఘాతములే ప్రేషమని చలదణుసిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది. ఈ అణువుల ఆఘాతములు వాటికివెనుకపొరలో అణువులు బొత్తిగా లేనప్పుడు ఉన్నంత బలముగా ఉండవు. ఏలన వెనుకనున్న అణువులు, ఆకర్షణబలమును వీటిపై నెరపుచుండుటచే, మీదిపొరలో నున్న అణువులు పాత్రనడిమివైపుకు లాగబడును. ఇంకొకవిధముగా చెప్పవలెననిన వాయుశరీరమందలి పైపొర దాని క్రిందనున్న అణువులను కొంత ప్రేషముతో నొక్కుచుండును. క్రిందిపొరలోనున్న వాయు అణువులపై పైపొరలో అణువులు నెరపు ప్రేషము, మొత్తమువాయువుమీద ఉన్న బాహ్యప్రేషము పనిచేయు దిక్కుననే పనిచేయుచున్నది. పైపొరలోని వాయు అణువులు క్రిందివాటిపై నెరపు ప్రేషమునకు ఆంతరప్రేషమందుమేని, బాహ్య, ఆంతర ప్రేషములు రెండును వాయుశరీరమును సంకోచింపచేయుటయందే పనిచేయును. అనగా వాస్తవికముగా ఈ వాయువు, వేర్వేరుకారణము

లచే కలిగిన బాహ్యము, అంతరము అను రెండు ప్రేషముల అధీనములో ఉన్నదన్నమాట. ఇట్లే ప్రతివాయువును వాస్తవికస్థితిలో రెండు వివిధఉత్పత్తులుగల ప్రేషముల క్రింద నలిగిపోవుచున్నది. సరళవాయు సమీకరణము బాహ్యప్రేషమునే లెక్కలోనికి తీసికొని దానిని p అని వ్యక్తపరచినది. వాన్‌డర్‌వాల్స్ అంతరప్రేషమునుకూడ గణనలోనికి తీసికొనివచ్చి దానిని π (పై) అను సంకేతముచే వ్యక్తపరచెను. వాస్తవికముగా వాయువుమీదనున్న ప్రేషము, వాన్‌డర్‌వాల్స్ దృష్టిలో $p + \pi$. తరువాత కొంచెము క్లిష్టగణితమును ఉపయోగించి, అంతరప్రేషమగు π, ఆయతనవర్గముతో విలోమముగా మారునను నియమమును అనుసరించి 'π' కి బదులుగా $\frac{a}{v^2}$ అను పదమును వాడెను. అందువలన వాస్తవిక వాయుప్రేషము $p + \frac{a}{v^2}$ అయినది.

తరువాతసవరణ, వాయుకణముల స్వీయాయతనమునకు చెందినది. వాయుకణము గోళాకారము కలదనియు, దాని అర్ధవ్యాసము 'r' అనియు అనుకొనిన దాని ఆయతనము $v = \frac{4}{3}\pi r^3$ అని తేలును. వాయువుయొక్క మొత్తపు ఆయతనములోనున్న కణములసంఖ్య 'N' అనుకొనినచో కణముల మొత్తపుఆయతనము, లేదా స్వీయాయతనము $N \times \frac{4}{3}\pi r^3$. దీనిమూల్యమును 'b' అను చిహ్నాచే వ్యక్తపరచి వాయుసమీకరణములో 'v' బదులు $(v - b)$ అని వ్రాసెను. ఇట్లు మొత్తపువాయుఆయతనమునుండి వాయుకణముల నిజాయతనము కొట్టివేయుటకు గల సబబు, సంకోచ, వ్యాకోచ క్రియలు కణములమధ్యనున్న అంతరాళముననే అన్వయించునుగాని కణములు సాక్షాత్తుగా ఆక్రమించినచోటుకు అన్వయించవు. అనగా ఇనుపగుండ్లవలె కఠినముగానున్న కణములఆయతనమును సంకుచితముగా చేయుటయందుగాని, వ్యాకుచితముగా చేయుటయందుగాని ప్రేషమునకు వీలుకాదు. అందువలన సంపూర్ణసమీకరణములో 'p' బదులు $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)$ అనియు, 'v' బదులు $(v - b)$ అనియు వ్రాసిన $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$ సిద్ధించును.

సిద్ధాంత ప్రకారము ఇట్లు సవరింపబడిన సమీకరణములు, సవరణను ప్రేరేపించిన పరిస్థితులు మాయమైనప్పుడు సరళ సమీకరణముగ మారవలెను.

వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణము అట్టిదేయని నిరూపించుట కష్టముకాదు. ఏలన వాయుఆయతనము 'v' అమితముగా అధికమైనపుడు $v^2$ అంతకన్న పెద్దదియగును; అప్పుడు $\frac{a}{v^2}$ లెక్కలోనికి రానంత, అనగా ఇంచుమించు శూన్యమునకు దగ్గర విలువ గలది అగును. అట్లే అత్యధికమైన విలువగల v తో సరిపోల్చి చూచిన వాయుకణముల నిజాయతనము v లెక్కలోనికి రాదు. ఈ రెండు పరిమిత స్థితులనుబట్టియు వాన్‌డర్‌వాల్స్ సమీకరణము చాల తక్కువ ప్రేషపరిస్థితులలో $p \times v = RT$ అను సరళ వాయు సమీకరణముగా మారును.

ఇట్లు సిద్ధించిన సమీకరణము వాయువుల వాస్తవిక ప్రవర్తనను ఎంతరకు అనుసరించ గలుగుచున్నదో అను పరీక్షయందు, గురికి బారెడుగా అనుసరించుచున్నదనియు యథార్థముగా అనుసరించుట లేదనియు చెప్పుటకు క్రింది పట్టిక ఆధారము:

అణుభారము కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ; 40° C వద్ద

| ప్రేషము | pv ప్రయోగ సిద్ధము | pv గణిత సిద్ధము |
|---|---|---|
| 1 | 25,574 | 25,597 |
| 10 | 24,485 | 24,713 |
| 25 | 22,500 | 23,060 |
| 50 | 19,000 | 19,750 |
| 80 | 9,500 | 10,700 |
| 100 | 6,930 | 8,890 |
| 200 | 10,500 | 14,100 |
| 500 | 22,000 | 29,700 |
| 1000 | 40,000 | 54,200 |

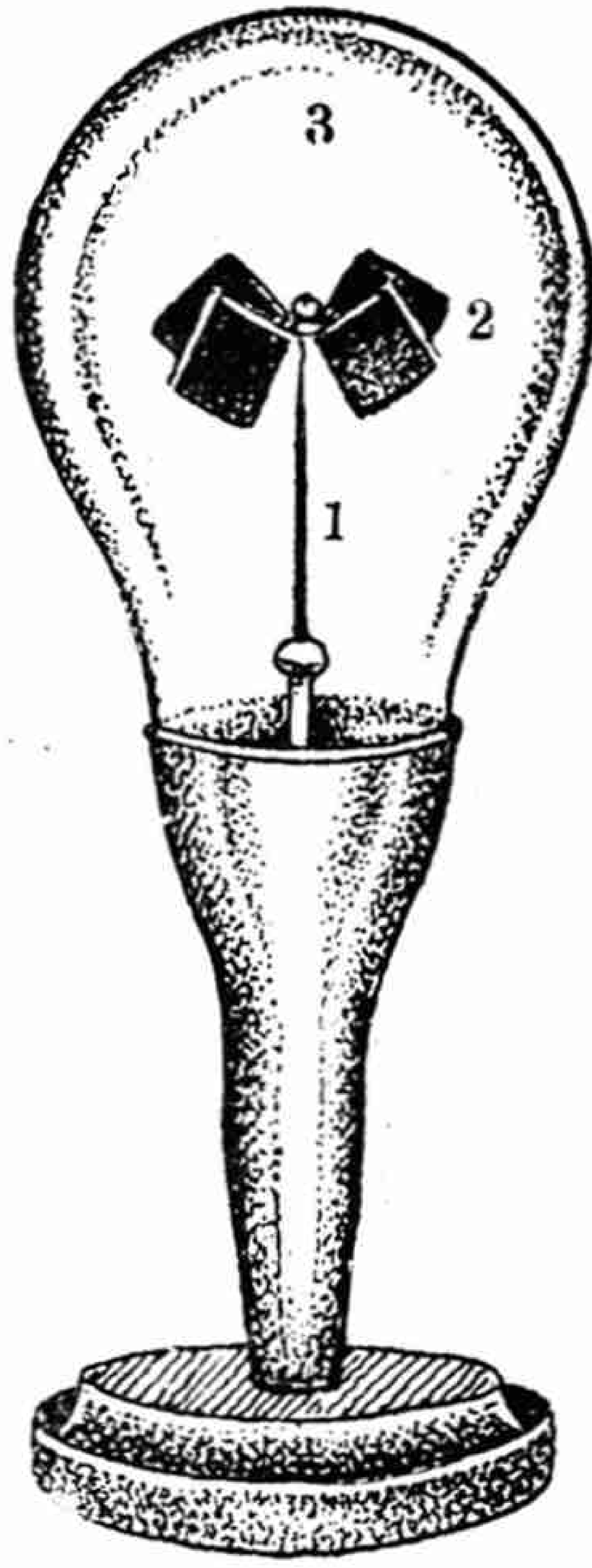
ఇచ్చట p వాతావరణములోను, v ఘనసెంటీమీటరులలోను వ్యక్తపరుపబడినవి. మే. వ. న.

**వాయుసాంద్రతానిర్ణయ విధానములు** : చూ. అణుభార నిర్ణయము - పు. 126.

**వికిరణమాపకము** (రేడియోమీటరు) : శక్తి ఏదేని ప్రభవస్థానమునుండి ప్రదేశములోనికి ప్రసరించునపుడు ఆ ప్రక్రియను 'వికిరణము' అందుము. వికిరణము అనుపదము కృ = వెదజల్లుట అను సంస్కృతధాతువు నుండి జన్యము. ఆ ప్రసరించుశక్తి కాంతి, ఉష్ణము, విద్యుత్తు వీటిలో ఏదియైన కావచ్చును. వికిరణము ఎప్పుడును తరంగరూపముననే జరుగును. సూర్యుడు ఈ శక్తి రూపములను అన్నిటిని అనంతముగా ప్రదేశములోనికి వెదజల్లుచున్నాడు. సూర్యుని నుండి వికీర్ణమగు తాపవికిరణ

మును, ముఖ్యముగా పరారుణ వికిరణము (ఇన్‌ఫ్రెడ్ రేడియేషన్) ను గుర్తించుటకు కొలచుటకు ఉపయోగించు పరికరమునకు 'వికిరణమాపకము' (రేడియోమీటరు) అనిపేరు. వివిధ రకముల వికిరణ మాపకములు ఉన్నవి. అందు ముఖ్యమైనది క్రుక్స్ వికిరణ మాపకము.

క్రుక్స్ వికిరణ మాపకము : సర్ విలియమ్ క్రుక్స్‌చే నిర్మితమైన మాపకము క్రింది పటములో కననగును. ఇందు ఒక కీలకము (1)పై సమతులితముగా తిరుగు మిక్కిలి తేలికయైన చక్రము ఒకటి అమర్చి ఉన్నది. ఈ చక్రపు రేకుల కొనలకు ఎదురు జంటలుగా తేలికయైన అల్యూమినియముతో చేసిన పత్రములు (2) అతికి ఉన్నవి. ఈ పత్రములకు ఒక వైపు మెరుగు పెట్టిన తలము; రెండవ వైపు మసిపారించిన తలము. ఈ పరికరము అంతయు గాజు లేదా క్వార్ట్జ్ కుప్పె (3) లో ఇమడ్చబడియున్నది. కుప్పె లోపలిగాలి కొంత తీసివేయబడినది. సూర్యుని నుండిగాని, వేడివస్తువు నుండిగాని వికిరణము పత్రములపై బడినపుడు మెరుగుపెట్టిన తలములు ముందుకు పోవునట్లు చక్రము తిరుగ నారంభించును. ఈ పత్రచక్రము తిరుగుటకుగల ఉపపత్తి క్రింది విధమున చెప్పవచ్చును :



క్రుక్స్ వికిరణమాపకము

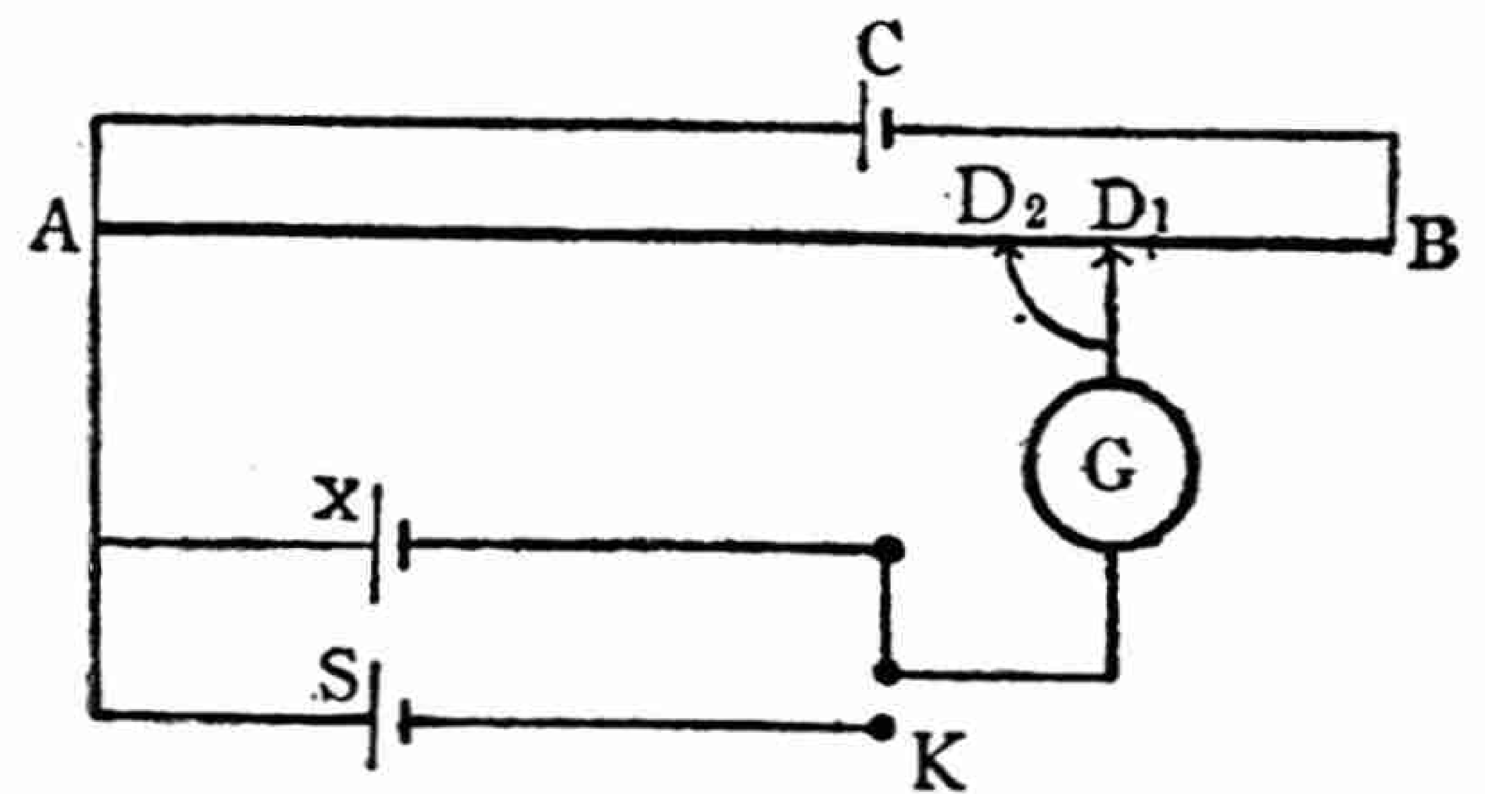
మసి పారించిన తలముపై బడిన వికిరణమును అది త్వరగా పీల్చుకొనును; అందుచే మెరుగు పెట్టినతలము కన్న అధికమగు త్వరలో వేడెక్కును. వాయువునకు చల్లటి ప్రదేశమునుండి వేడిగానున్న ప్రదేశమువైపు వీచు స్వభావము ఉన్నది కనుక మెరుగుపెట్టిన తలమునుండి అంచును దాటి మసిపారించిన తలమువైపు వాయు అణువులు ప్రాకును. దాని ఫలితముగా మసిపారించిన తలము మీద ప్రేషము కొంచెము అధికము అగును. అదేకారణమున మెరుగువైపు ప్రేషము తగ్గియుండును. అందుచే పత్రముల మెరుగుతలములు పురోగమించుదిశను చక్రము తిరుగును. ఇదిగాక బోలోమీటరు, రేడియోమైక్రోమీటరు, తెర్మోపైల్ అను ఇతరవికిరణ మాపకములు కూడ ఉన్నవి. మే. వ. న.

**విక్టర్ మైయర్ విధానము :** చూ. అణుభార నిర్ణయము - పు. 126.

**విచూషణ వర్ణమాల :** చూ. రాసాయనిక రచన భౌతిక ధర్మములు - పు. 582; వర్ణమాల - పు. 616.

**విద్యుచ్చాలక బలము :** గొట్టములో నీటిని ప్రవహించునట్లు చేయుటకు గొట్టముకన్న ఎత్తుగానున్న జలాశయములోని నీటి ఒత్తిడిగాని లేదా పంపుగాని కావలసి వచ్చినట్లు ఒకవిద్యుత్ వాహకముగుండా విద్యుత్తును ప్రవహించునట్లు చేయుటకు కూడ, అట్టి ఒత్తిడిగాని, పంపుగాని అవశ్యకము. ఒత్తిడిగాని, పంపుగాని బలమును నెరపి వాహకమందు విద్యుత్ప్రవాహమును ప్రవర్తింపచేయును. ఈ బలమునకే విద్యుచ్చాలకబలము (ఎలక్ట్రోమోటివ్ ఫోర్స్) విద్యుత్తును ప్రవర్తింపజేయు బలము అని పేరు.

విద్యుచ్చాలకబలమాన పరికరము : AB అను సమసాంద్రమై హెచ్చువిద్యుత్‌నిరోధము గల తీగయొక్క కొనలకు C అను సంచాయకఘటము (అక్యూములేటర్) విద్యుత్ అగ్రములు కలుపబడిఉన్నవి. ఈసంచాయకఘటము యొక్క విద్యుచ్చాలకబలము పరీక్షించవలసిన ఘటము యొక్క విద్యుచ్చాలకబలముకన్న ఎక్కువగా ఉండవలెను. C ఘటము యొక్క విద్యుత్ అగ్రములు ఏ దిశలోనున్నవో ఆదిశలోనే పరీక్ష్యఘటము (X) యొక్క అగ్రములనుండి పరీక్ష్యఘటము యొక్క ఒకకొనను తీగయొక్కకొన A తోను, రెండవకొనను గాల్వనీమీటరు (G) ద్వారా



విద్యుచ్చాలక బలమానపరికరము

తీగపై ఇటునటు కదలుటకు వీలుగానున్న $D_1$ అను ఖండమునకు తగిలించవలయును. గాల్వనీమీటరులో విద్యుత్ప్రవాహసూచన లేకుండువరకు ఖండము యొక్క స్థానమును తీగపై అటుఇటు మార్చవలెను. అప్పుడు $AD_1$ ల మధ్యనున్న శక్మవ్యత్యాసము X యొక్క విద్యుచ్చాలకబలము (En) నకు సరిగా ప్రతిగా నుండి

రెండును సమతాస్థితిలో ఉండును. ఇట్టి సమతాస్థితిలో తీగపై D యొక్క స్థానమును లెక్కించి తరువాత K అను మీట సహాయమున X వంతు తెలిసిన విద్యుచ్చాలకబలము ($E_s$) గల S అను ప్రమాణఘటమును, వలయములో ఉంచి $D_1$ను ఇటునటు కదల్చి మరల గాల్వనీ మీటరులో ప్రవాహ సూచనలేనట్టి $D_1$ స్థానమును కనిపెట్టవలయును. ఆ స్థానము $D_2$ అని అనుకొందము. ఇప్పుడు $AD_2$ల మధ్య శక్మ వ్యత్యాసము $E_s$కు సమానముగా ఉండును. తంత్రి సమ సాంద్రముగా ఉన్నది కనుక :

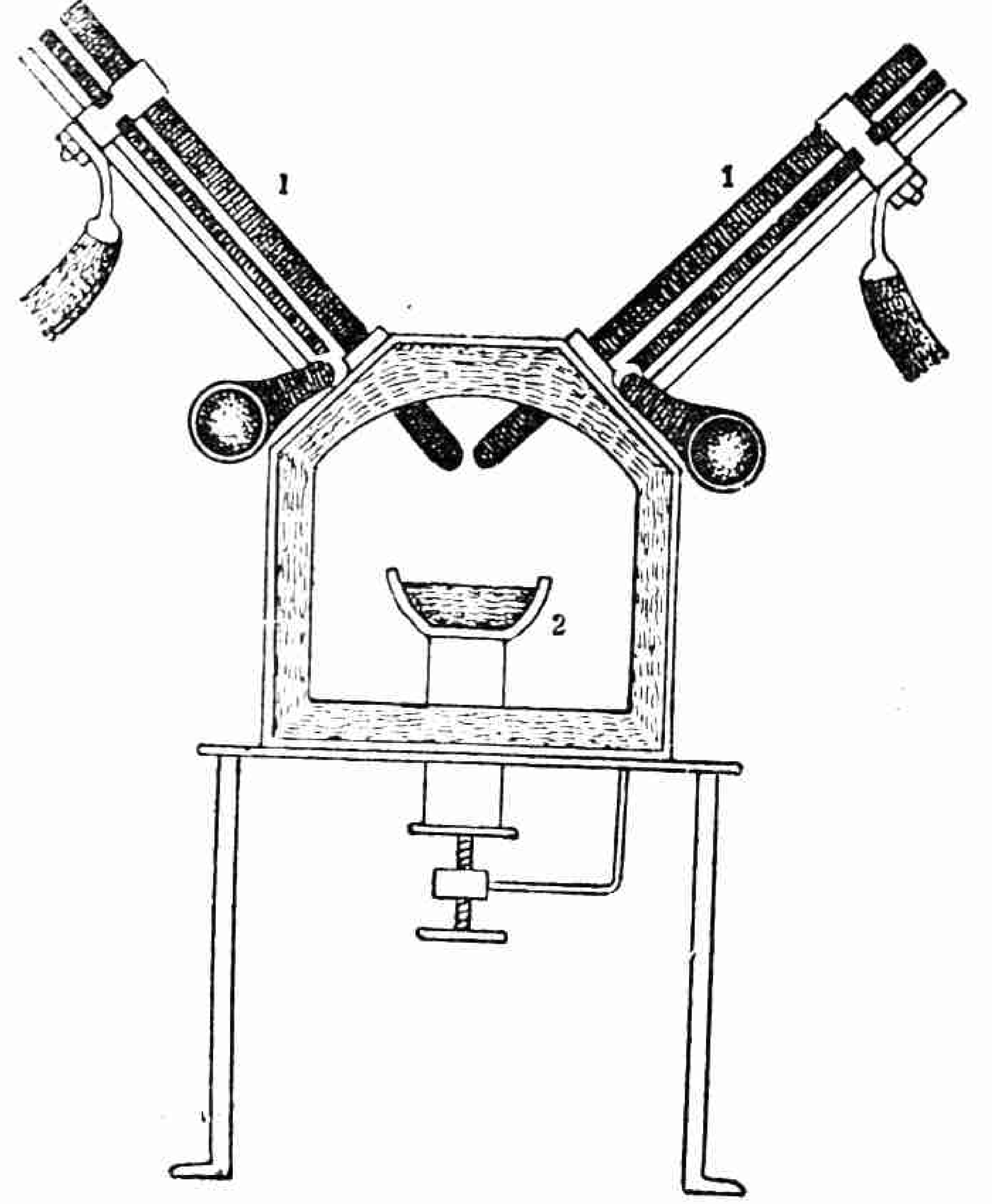
$$E_x = \frac{AD_1}{AD_2} E_s$$

$E_s$ అనగా ప్రమాణవిద్యుత్ ఘటముయొక్క విద్యుచ్చాలకబలము, $AD_1$, $AD_2$ పొడవులు తెలియును గనుక $E_x$ ను సులభముగా లెక్కించవచ్చును. ఈప్రయోగములో సాధారణముగా వెస్టన్ ఘటమును ప్రమాణముగా వాడుదురు. (చూ. ప్రమాణఘటములు-పు. 487). ఈ ప్రయోగములో పరీక్ష్యఘట విద్యుచ్చాలకబలమును సంచాయక ఘట విద్యుచ్చాలకబలమునకు ఎదురుగా పెట్టి సమతాస్థితిలో నున్నదశలో పరీక్ష్యఘట విద్యుచ్చాలకబలమును నిర్ణయించవీలైనది కనుక ఈ విధానమునకు ప్రతికరణ (కాంపెన్సేషన్) విధానము అని పేరు. దీనిని పోగెన్ డార్ఫ్ అను జర్మను భౌతికశాస్త్రవేత్త కనిపెట్టుటచే దీనిని 'పోగెన్ డార్ఫ్ ప్రతికరణ విధాన'మని కూడ అందురు.

మే. వ. న.

**విద్యుత్కొలిమి** (ఎలక్ట్రిక్ ఫర్నేస్): విద్యుత్తును యాంత్రిక కార్యకరణమునకై ఉపయోగించునపుడు విద్యుత్ప్రవాహమునకు వాహకము ప్రత్యర్పించు నిరోధము నిరర్థకప్రతిబంధకము. కాని విద్యుత్తును వేడిచేయుపనికై ఉపయోగించునపుడు మనకు ఉపకరించునది విద్యుద్వాహక నిరోధమే. కాని విద్యుత్ విధానమున వేడిచేయుటలో ఖర్చెక్కువైనను కొన్ని ఇతర విధానములలో లేని మెరుగులు ఉన్నవి. ఉష్ణతాశక్తి వ్యర్థముగ పైకిపోకుండ విద్యుత్ తాపమును వస్తువును వేడిచేయుటకు వాడుకచేయవచ్చును. ఇదిగాక, వేడిచేయు ద్రవ్యములకు ఇంధన తాపములో సంక్రమించు మాలిన్యము చేరకుండ విద్యుత్ తాపముచే వేడిచేయవచ్చును.

ముడిఖనిజముల నుండి వివిధ భౌతిక రాసాయనిక ప్రక్రియల సహాయమున ధాతువులను శుద్ధపరుచుచుందురు. ఖనిజములనుండి ధాతువులను విడదీయుటకుముందు ఆ ఖనిజములు ఆక్సీహరించ (రిడక్షన్) బడవలెను. ఆక్సీహరణప్రక్రియకు అధిక తాపక్రమమువద్ద అపారమైన ఉష్ణత ఆవశ్యకము. ఈవేడిమిని ఆదిలో వంటచెరకును కొలుములలో కాల్చిపొందెడివారు. రానురాను విద్యుచ్ఛక్తిని ఉపయోగించి అధికతాపక్రమమును సాధించిరి. విద్యుత్తుఉష్ణతను ఒసంగు విద్యుత్కొలుములను నిర్మించిరి. ఈకొలుములందు ఋజు (డి.సి), ఆవర్తి (ఎ.సి) విద్యుత్ ప్రవాహములు రెండును ఉపయోగపడును. విద్యుత్ కొలుములు మూడుతెగలుగ ఉన్నవి: 1. విద్యుత్చాప (ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్ ఫర్నేస్) సహాయమున అధికతాపక్రమమును కలుగజేయునవి; 2. విద్యుత్ నిరోధము (రెసిస్టెన్స్ ఫర్నేస్) ఆధారముగా అధికతాపక్రమమును కలుగజేయునవి; 3. విద్యుత్ప్రరోచన (ఇండక్షన్ ఫర్నేస్) ఆధారముగా పనిచేయునవి.



విద్యుత్కొలిమి. 1, 1. కార్బన్ విద్యుదగ్రములు, 2. మూస.

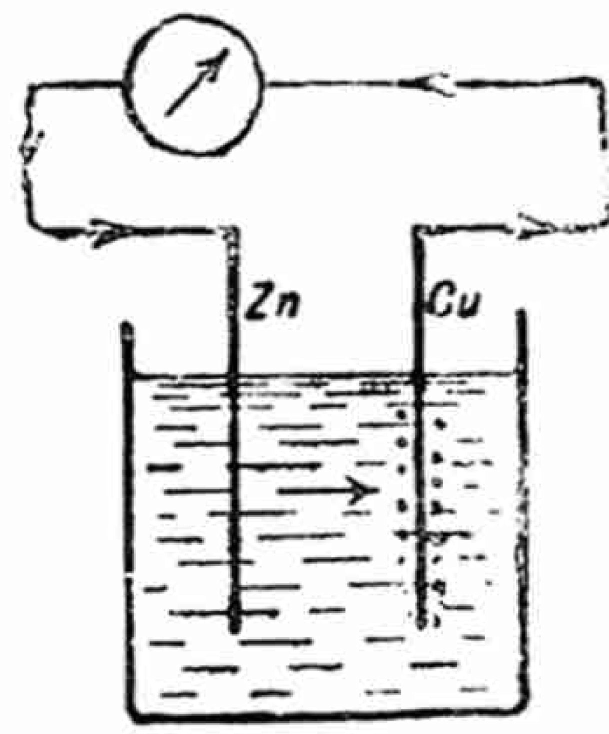
చాపవిద్యుత్ కొలుములందు కార్బన్ ధ్రువములు ఉపయోగింతురు. ఈకొలుములసహాయమున మనకు కావలసిన తాపక్రమమును 2000° C నుండి 2800° C వరకు పొందవచ్చును. ఏరకపు వంటచెరకును ఉపయోగించినను ఈ తాపక్రమమును పొందుట దుర్లభము. ఈకొలుములు చౌకగ నీటిప్రవాహమునుండి విద్యుత్తును సాధించు ప్రదేశములలో ఎక్కువగ వాడుకలో ఉన్నవి. వీనిని ఉపయోగించుటవలన పొగ ఉండదు; కాని అధికతాపక్రమముల వద్ద ధాతువులు కొలిమియొక్క ధ్రువముల కార్బన్‌తో కలిసి ధాతుకార్బైడ్‌లు ఏర్పడుట, తద్వారా అల్యూమినియము, ఇనుము, ప్లాటినమ్ మొదలగు ధాతువులు పెళుసుగ అగుట మొదలైన అనర్థములుకూడ కలవు. ఈఅనర్థములను తొలగించుటకై ఆధునికముగ విద్యుత్

కొలుములలో నీటిచే చల్లదనమును పొందు ధాతువుతో చేయబడిన దిమ్మను ఋణధ్రువముగ ఉపయోగించుచున్నారు. కొలిమిలో ధాతువు ఋణధ్రువమువద్దకు చేరుకొనును. విద్యుత్‌కొలుములను ఉపయోగించి: 1. ఉక్కుపటిమ, తన్యతను హెచ్చుచేసి ముడిఉక్కు ఖర్చును తగ్గించుచున్నారు; 2. ధాతుమిశ్రములను విరివిగ తయారుచేయుచున్నారు; 3. ధాతువులను సులువుగ కరగించి పోతపోయుచున్నారు. ఏ. మా. శ.

**విద్యుత్‌ఘటములు :** రాసాయనిక శక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుసాధనము విద్యుత్ ఘటము. వోల్టా అనుఇటలీదేశస్థుడు ఈసాధనమును తొలుత నిర్మించుటచే ఆ విజ్ఞానిగౌరవార్థము విద్యుత్ ఘటమునకు సామాన్య వోల్టాఘటమని నామకరణము చేసిరి.

సాధారణముగా విద్యుత్‌ఘటమందు రెండు విభిన్న ధాతువుల పలకలు గాజుపాత్రలో సగముకుపైగా ఉన్న ద్రావణములో మునిగిఉండును. ఆద్రావణమునకు విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము (ఎలక్ట్రోలైట్) అని, ధాతువులపలకలకు విద్యుత్‌అగ్రములని సాంకేతిక నామములు. సాధారణముగ రాగి, ఇనుము, జింకు, కార్బన్ మొదలగు వాటిలో ఏ రెండైనను విద్యుదగ్రములు కావచ్చును. ఉప్పు, మైలతుత్తము, అమోనియమ్ క్లోరైడ్, కాస్టిక్‌సోడా ద్రావణములుగాని, సజలామ్లములుగాని విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రవ్యములుగా ఆచరించవచ్చును.

సామాన్య వోల్టా ఘటము: సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గల గాజుపాత్రలో రాగిపలకను జింకుపలకనుగాని లేదా వాటి కడ్డీలనుగాని ఎడముగ నిలబెట్టిన సామాన్యవోల్టా ఘటము ఏర్పడును. ఇందు సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ విద్యుత్ విశ్లేష్యము. రాగిపలకయొక్క పైకొనకు ధనధ్రువమని, జింకు పలక యొక్క పైకొనకు ఋణధ్రువమని పేర్లు. ఈ రెండు ధ్రువములను తీగతో కలిపినచో ఆ తీగలలో విద్యుత్తు ధనధ్రువము నుండి, ఋణధ్రువము వైపు ప్రవహించును. ద్రావణములో విద్యుత్ ప్రవాహమార్గము పైదానికి విపరీతముగ ఉండును. అనగా మొత్తము మీద ప్రవాహమందు ఒక వలయము ఏర్పడినదన్నమాట. విద్యుత్ వలయములు పూర్తియైననేగాని, ఘటమందు విద్యుత్తు ప్రవహించదు.



1 వ పటము : వోల్టాఘటము
Cu : రాగిఫలకము
Zn : జింకుఫలకము

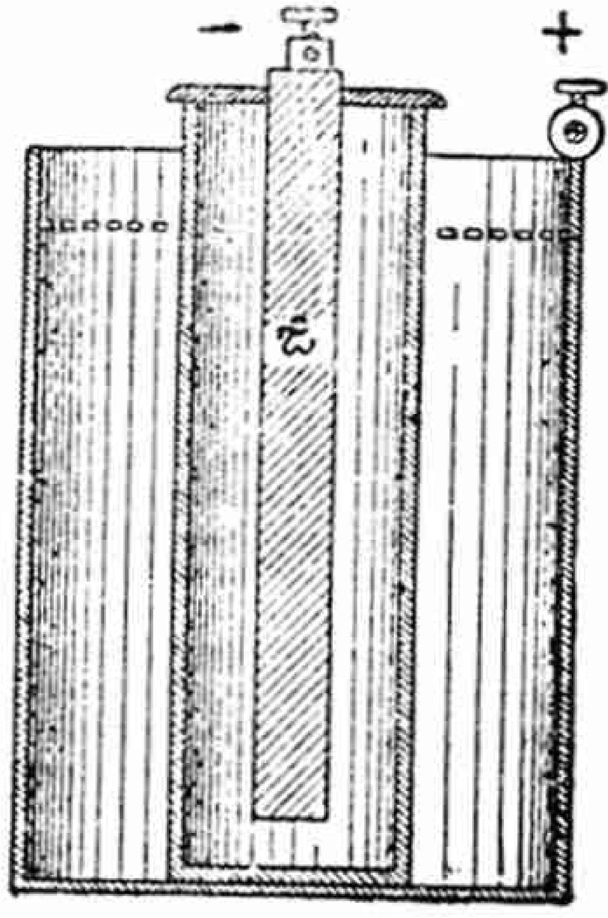
ఘటము పనిచేయు విధానము : చూ. విద్యుచ్చాలక బలము - పు. 632.

సామాన్యవిద్యుత్‌ఘటములోని లోపములు : సామాన్య విద్యుత్‌ఘటము పరిపూర్ణమైనది కాదు. అందు కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. వాటిలో ముఖ్యముగ పేర్కొనవలసినవి రెండు: జింకు పైసల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్ రాసాయనిక చర్యవలన విడుదలయగు హైడ్రోజన్ పైకి పోక రాగి పలకనుచేరి, దాని ఉపరిభాగమునంతను కప్పివేయును. ఆకారణముచే విద్యుత్‌ప్రవాహబలము క్రమముగ క్షీణించుటయేకాక ప్రతిఘటించు విద్యుత్‌శక్మ (అపోసింగ్ పొటెన్షియల్) ఒకటి ఏర్పడును. ఈ సంఘటనను ధ్రువీకరణము (పోలరైజేషన్) అందురు.

అట్లుకాకుండ స్థిరమైన విద్యుత్ ప్రవాహముకొరకు హైడ్రోజన్‌తో రాసాయనిక సంయోగమొందు ద్రవ్యములను ఘటములో ఉంచుదురు. అట్టివాటిని ధ్రువీభవన విధ్వంసకములు (డీపోలరైజర్స్) అందురు. ఈ ద్రవ్యములు హైడ్రోజన్‌ని ఆక్సీకరణ మొనర్చి హైడ్రోజన్ బుడగలను రాగిపలకమీద చేరకుండ చేయును.

జింకుపలకలో రాగి, కార్బన్, ఇనుము మొదలగు మలినములు ఉండును. అట్టియెడ పలకలో స్థానికముగా చిన్నచిన్న వోల్టాఘటములు ఏర్పడి జింకుపలక త్వరగా తరిగిపోవును. ఈలోపమునే 'స్థానికక్రియ' అందురు. జింకుపలకపై పాదరసమును పూసి ఈలోపమును సవరింపవచ్చును. దీనిని పారదీకరణము (అమాల్గమేషన్) అందురు. పూతగానున్న పాదరసము స్వచ్ఛమైన జింకునే విద్యుత్ విశ్లేష్యమునకు అందిచ్చి, మలినద్రవ్యములను దాచిపెట్టును.

సామాన్యవిద్యుత్‌ఘటములో కానవచ్చిన లోపములను వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు రీతులుగ సవరించి తృప్తికరమైన విద్యుత్ ఘటములను నిర్మించిరి. డేనియల్‌ఘటము, లక్లాన్షేఘటము మున్నగునవి అట్టివే.



2 వ పటము : డేనియల్‌ఘటము

డేనియల్ ఘటము : ఒక రాగి పాత్రలో గాఢమైల తుత్త ద్రావణము ఉండును. అందులో సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌గల మట్టిపాత్ర ఉండును. ఆసిడ్‌లో పాదరసపు పూతగల జింకుకడ్డీ (జి) కొంత భాగము మునిగి ఉండును. దీని పైకొన ఋణధ్రువము, రాగిపాత్ర పైఅంచు ధనధ్రువము. జింకుకడ్డీ పాద

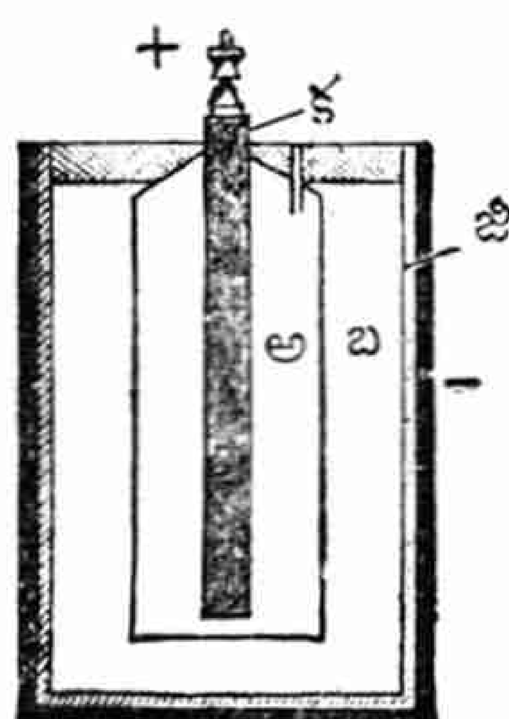
రసపుపూత కలిగినదగుటచే స్థానికక్రియ ఉండదు. ఈ ఘటమందు హైడ్రోజన్ ఉద్భవించుటకు అవకాశము లేమిచే ధ్రువీకరణము ఉండదు. డేనియల్ ఘటము యొక్క విద్యుత్ ప్రేషము (వోల్టేజి) 1·07 వోల్టులు ప్రయోగ శాలలో స్థిరముగనుండు విద్యుత్ ప్రవాహబలము అవసర మైనపుడు దీనిని ఉపయోగింతురు. విద్యుత్ ఘటము వాడుకయందు లేనపుడు ద్రావణములు ఉండు పాత్రలు వేర్వేరుగ ఉంచుదురు.

లక్లాన్షే ఘటము : వెలుపలి గాజు పాత్రలో విద్యుత్ విశ్లేష్యమగు నవాసార ద్రావణము ఉండును. ఋణధ్రువ మగు జింకుకడ్డీ (జి) ఇందు నిలచియుండును. నడుమనున్న మట్టిపాత్ర (క)లో ధనధ్రువమగు కార్బన్ పలక, దానిని చుట్టి మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, కార్బన్ చూర్ణముల మిశ్రము ఉండును. ఇందు మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ధ్రువీభవన విధ్వంస కముగ ఉన్నది. కాని ఈచర్య చురుకుగా జరుగనందున త్వరలో ధ్రువీకరణము అంకురించును. కనుక విద్యుత్ఘటమునకు అప్పు డప్పుడు విశ్రాంతి చేకూర్చ వల యును. కొలదికాలముమాత్రమే విద్యుత్ ప్రవాహము అవసర మగు టెలిఫోన్ విద్యుత్ఘట వలయములలో దీనిని ప్రత్యేక ముగా వాడుదురు. దీని విద్యుత్ ప్రేషము 1·6 వోల్టులు.



3 వ పటము : లక్లాన్షే ఘటము

నిరార్ద్ర ఘటము (డ్రై సెల్) : ఇది లక్లాన్షేఘటమునకు రూపాంతరము. దీనిలో ద్రవ్యమేదియును ద్రవస్థితియందు ఉండని కారణమున సులభముగ వెంటతీసికొని వెళ్ళుటకు అనుకూలించు టార్చిలైటులలోను, ట్రాన్సిస్టార్ పరికరములలోను వాడబడుచున్నది. వెలుపలి జింకు పాత్ర (జి) ఋణధ్రువము, నడుమ నున్న కార్బన్ కడ్డీ (క) ధన ధ్రువము. ఇందు విద్యుత్విశ్లేష్యము పూర్తిగ ద్రవముగ కాక కొద్దిగ జలము కలిసినముద్దగా ఉండును. ఈ ముద్ద గ్లిసరిన్, మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, కార్బన్పొడి, జింకు క్లోరైడ్ మిశ్రము. ఇది కార్బన్ కడ్డీనిచుట్టి, ఘటములో జింకుపాత్ర, కార్బన్ కడ్డీల మధ్యభాగమున దట్టించ బడును. పాత్ర అడుగుభాగమున రంపపు పొట్టువంటి శోషణపదార్థము ఉండును. ఘటములో ఉపయోగించక ముందు ఈ ద్రవ్యమును నవాసారము, జింకుక్లోరైడ్ ద్రావణములో నానబెట్టుదురు.



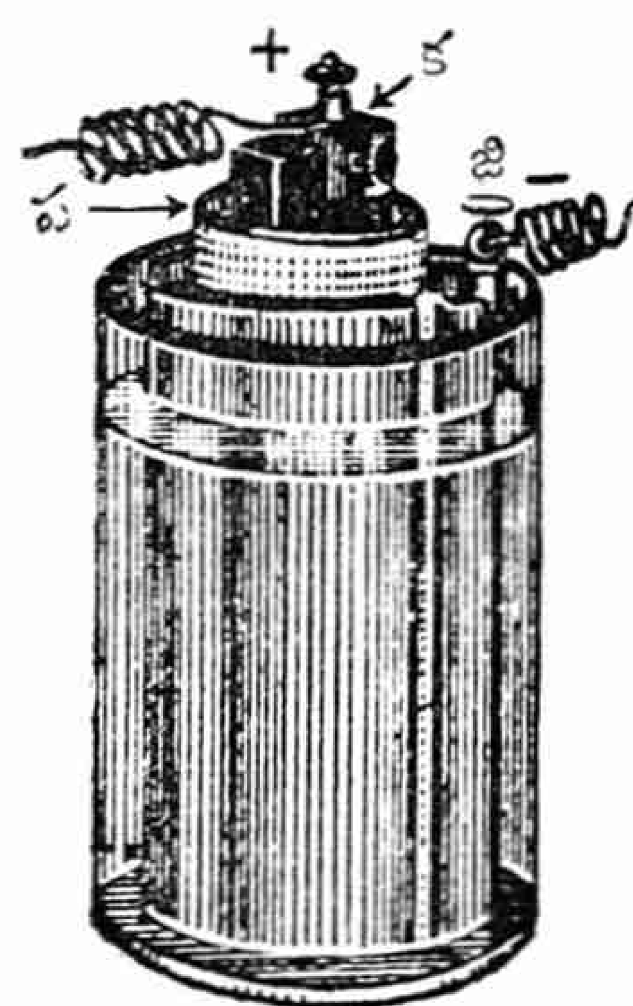
4 వ పటము : నిరార్ద్రఘటము

నిరార్ద్రఘటమున ఉపయోగింపబడిన మాంగనీస్ డై ఆక్సైడ్ ధ్రువీభవన విధ్వంసకముగ వ్యవహరించుచున్నది.

బైక్రోమేట్ ఘటము : ఈ ఘటములో పొటాసియమ్ బైక్రోమేట్, నిర్జల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, మర్క్యూరస్ సల్ఫేట్, నీరు, నియమిత భాగములలో కలుపగా ఏర్పడిన ద్రావణము విద్యుత్ విశ్లేష్యముగ పనిచేయుచున్నది. ఇందు నిలచి ఉండిన పలకలలో ఇరుప్రక్కల నున్న కార్బన్ పలుకలుచేరి ధనధ్రువము; కార్బన్ పలకలకు నడుమ నుండి పాద రసము పూయబడిన జింకుపలక ఋణ ధ్రువము. పొటాసియమ్ బైక్రోమేట్ ధ్రువీభవన విధ్వంసకముగా వ్యవహరింప బడుచున్నది. ఘటము వాడుక యందు లేనపుడు జింకు పలకను ద్రావణము నుండి పైకెత్తి ఉంచుటకు ఏర్పాటు కలదు. దీని విద్యుత్ ప్రేషము 2 వోల్టులు. ఇది బలమగు విద్యుత్ ప్రవాహమును ఇచ్చును.

5 వ పటము బైక్రోమేట్ ఘటము

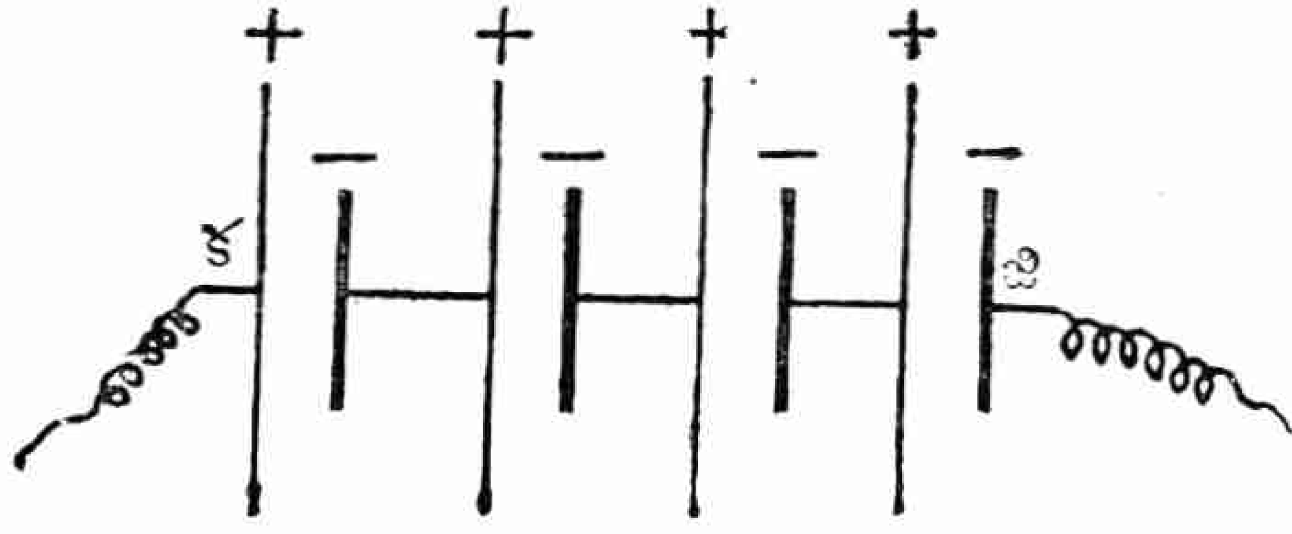
బున్సెన్ ఘటము : ఇందు సజల సల్ఫ్యూరిక్ఆసిడ్ విద్యుత్విశ్లేష్యముగ పనిచేయుచున్నది. పాదరసపుపూత గలిగి స్తూపాకారముగా వంగి యున్న జింకు రేకు ఋణధ్రువము (జి). ఇది సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లో సగమునకు పైగా మునిగి ఉండును. ఈ ఋణధ్రువ మునకు నడుమ నున్న మట్టి పాత్రలో గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్ ఉండును. అందు ఉంచబడిన కార్బన్ పలక(క) ధనధ్రువము. గాఢనైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క ఉప యోగము ఘటములో ధ్రువీ కరణము జరుగకుండా అరికట్టు టయే. ఈఘటము యొక్క విద్యుత్ప్రేషము 1·9 వోల్టులు.



6 పటము : బున్సెన్ ఘటము

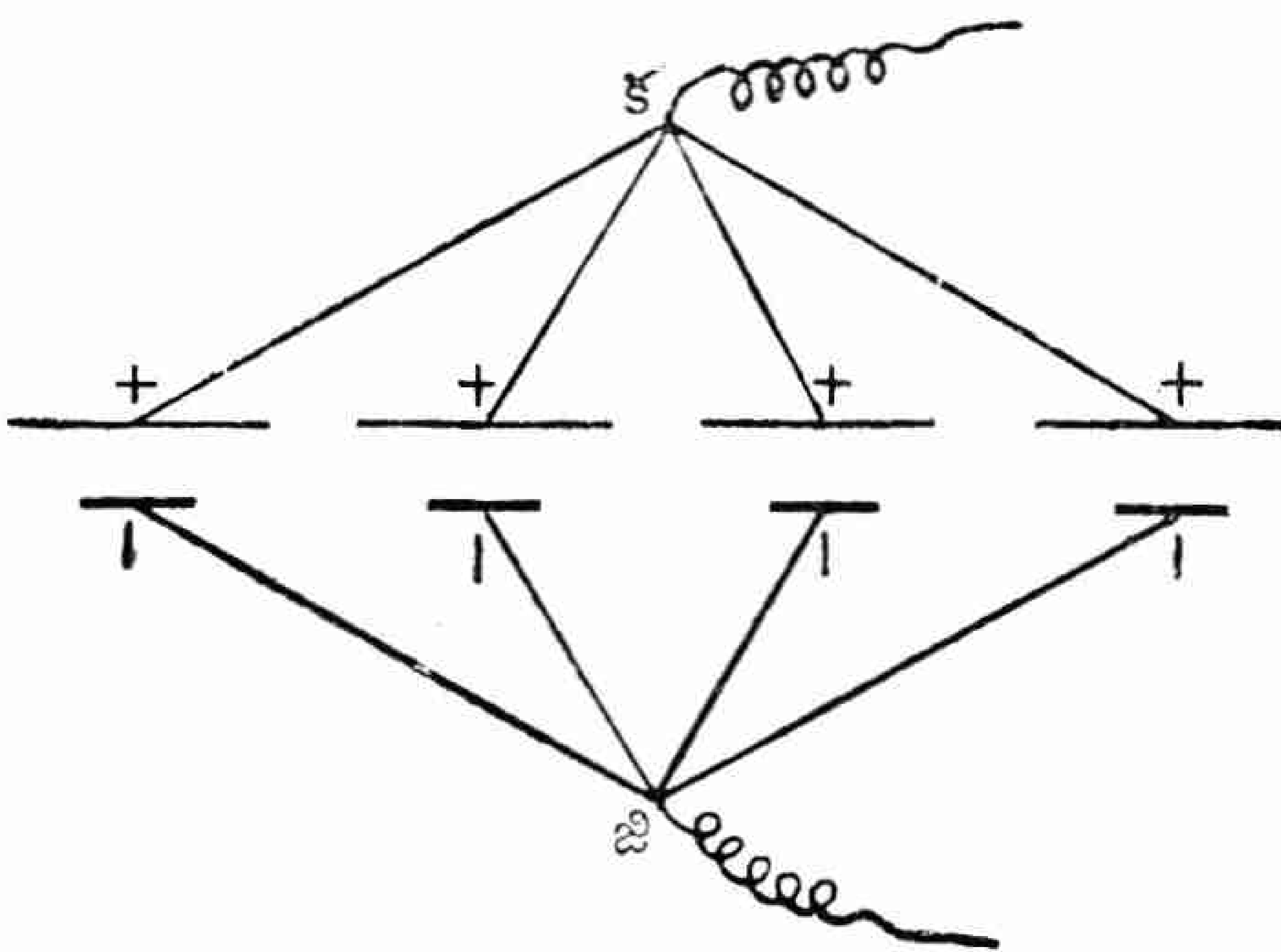
ప్రయోగములకు బలమగు విద్యుత్ప్రవాహము కావలసి ఉండిన ఒకేరకమగు ఘటములను కొన్ని చేర్చి ఘటమాలను ఏర్పరచెదరు. 7 వ పటమున (చూ. పు. 636) వరుసఘట మాల (బేటరీ ఇన్ సిరీస్) ను ఏర్పరచు విధానము చూప

బడినది. ఆ విధానములో మొదటి ఘటముయొక్క ఋణ ధ్రువమును రెండవ ఘటము యొక్క ధనధ్రువము




7 వ పటము : వరుసఘటమాల

తోను, దానియొక్క ఋణధ్రువమును మూడవఘటము యొక్క ధనధ్రువముతోను వరుసగా విద్యుత్ యుతముగా కలిపి, చిట్టచివరి ఘటము యొక్క ఋణధ్రువమును మొదటి ఘటము యొక్క ధనధ్రువముతో కలుపుట మూలముగా విద్యుత్ వలయము పూర్తి అగును. వరుస ఘటమాలయొక్క విద్యుత్ప్రేషము అందు ఉపయోగించిన ఘటముల విద్యుత్ప్రేషముల మొత్తమునకు సమానము. 8 వ పటమున సమానాంతరఘటమాల (బ్యాటరీ




8 వ పటము ; సమానాంతరఘటమాల

ఇన్ పేరలల్) ను ఏర్పరచు విధానము చూపబడినది. ఇందు ఘటమాలలో ఉపయోగించబడిన ఘటముల ధనధ్రువము లన్నియు కలుపబడును. ఘటమాలకు ధనధ్రువము ఇదియే. అట్లే ఋణధ్రువములు కూడ కలుపబడును. ఇది ఘటమాల యొక్క ఋణధ్రువము. సమానాంతర ఘటమాలయొక్క విద్యుత్ప్రేషము దానిలోని ఒకే ఒక విద్యుత్ఘటము యొక్క విద్యుచ్చాలక బలమునకు సమానము.

చ. స. నా.

**విద్యుత్ తరంగములు - నిస్తంత్రి :** విద్యుత్ తరంగములని వ్యవహరింపబడుచున్న విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములనుగూర్చి తెలిసికొనుటకు ముందుగా విద్యుచ్ఛక్తినిగూర్చియు, అయస్కాంతశక్తినిగూర్చియు కొన్ని ముఖ్యవిషయములు తెలిసికొనవలసి ఉన్నది.

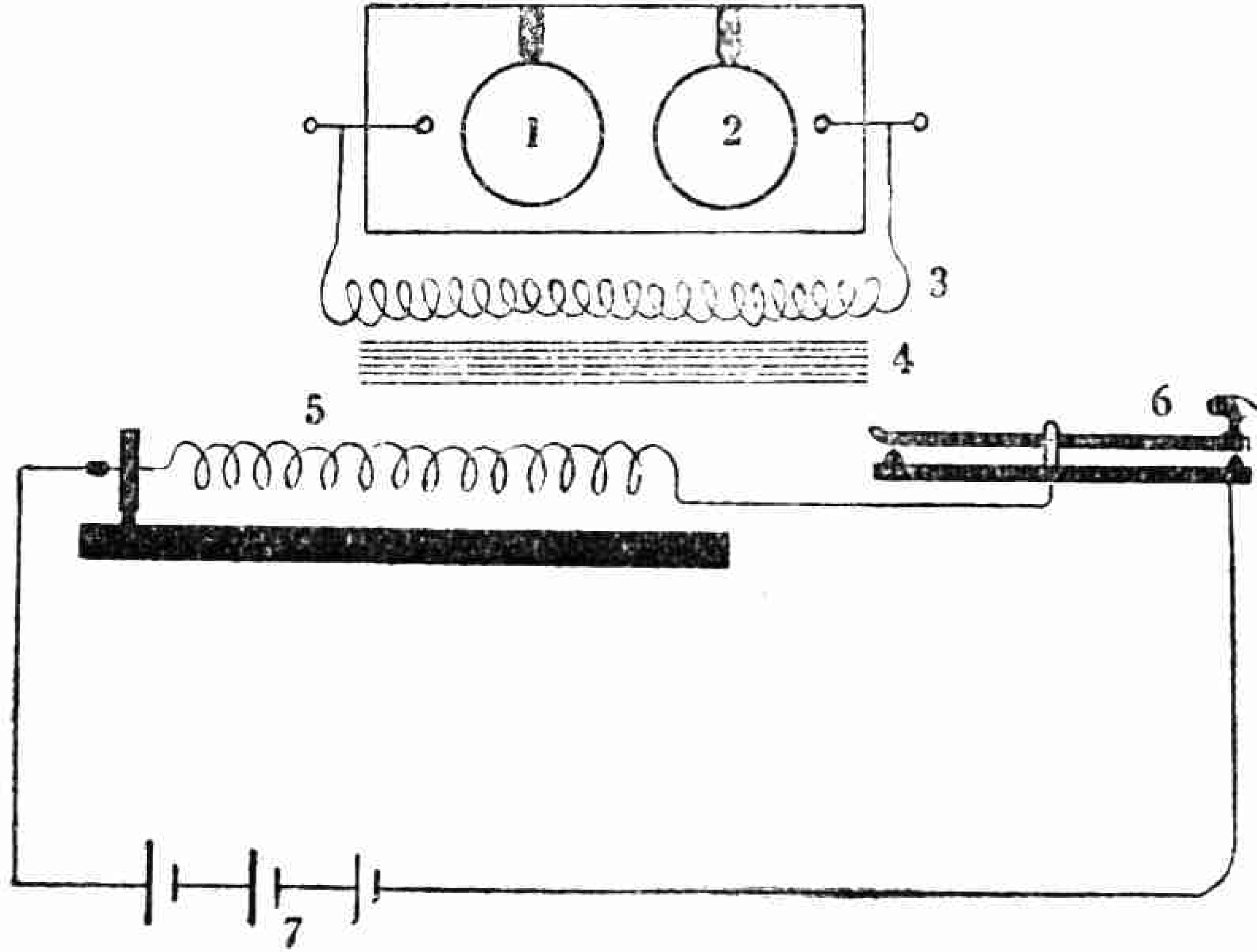
స్థిరవిద్యుత్తు యొక్క ధర్మములను గ్రహించి, దాని నిజ స్వరూపమును తెలిసికొన్న శాస్త్రజ్ఞులలో ఫారడే (చూ. పు. 496) అగ్రగణ్యుడు. విద్యుత్ప్రవాహమున్న చోటను అయస్కాంతత్వము ఆవరించి ఉండునను విషయమును అర్ స్టెడ్ (చూ. పు. 154) కనిపెట్టినతరువాత ఫారడేకు ఒక గొప్పఊహ తట్టినది.

విద్యుత్ప్రవాహము అయస్కాంతత్వము పుట్టుటకు కారణముఅయినపుడు, అయస్కాంతత్వము విద్యుచ్ఛక్తి జనించుటకు కారణము కాకూడదా ? అని ఫారడే ఊహించినాడు. ఆవిషయమై అనేకపరిశోధనలు చేసి 1831 లో విద్యుత్అయస్కాంతప్రరోచనమును ఆయన కనిపెట్టెను. అయస్కాంతశక్తి మారుచున్నపుడే విద్యుత్ ప్రవాహము కలుగుచున్నదని ప్రయోగమువలన రుజువైనది. ఇదే నేటి విద్యుత్ యంత్రయుగమునకు పునాది (చూ. డైనమో - పు. 360).

విద్యుత్తు స్థిరముగా ఉన్నప్పుడు అయస్కాంతత్వము ఉండదు. కాని విద్యుత్తు చలించినప్పుడు దానిని అనుసరించి అయస్కాంతత్వముకూడ ఉండును. ఆరీతిగనే అయస్కాంతత్వము స్థిరముగానున్నపుడు దానివలన విద్యుత్ప్రవాహము కలుగదు. కాని అయస్కాంతత్వము మారినపుడు మాత్రము విద్యుత్ప్రవాహము కలుగవచ్చును - ఫారడే పరిశోధనలవలన తెలిసిన ముఖ్యవిషయములు ఇవి. ఇంతేగాక అయస్కాంతత్వము విద్యుచ్ఛక్తిపరిసరములలో కలిగించుమార్పులు సర్వవ్యాపియగు ఈథర్ (చూ. పు. 213) అను వస్తువుయందు కలుగు విరూపతవలననే అని ఫారడే ఊహించెను.

నిస్తంత్రి : విద్యుత్ స్ఫులింగమువల్ల విద్యుత్అయస్కాంత తరంగములను సృజింపజేయువిధము తెలిసిన వెంటనే వీటిని ఉపయోగించి తీగలు లేకుండా టెలిగ్రాఫు వార్తలను పంపవచ్చునని చాలామంది ఊహించిరి. కాని హెర్ ట్స్‌నకు మాత్రము ఆ నమ్మకము కుదుర లేదు. సెకనుకు కోట్లకొలదిసార్లు స్పందించు ఈ తరంగముల వల్ల టెలిగ్రాఫు యంత్రములలోని కడ్డీగాని, టెలిఫోను లోని రేకుగాని కదలుటకు వీలుండదని ఆయన చెప్పెను. అందుచే ఆ ప్రయత్నమును కూడ హెర్ ట్స్ తల పెట్ట లేదు. కాని చాలామంది శాస్త్రపరిశోధకులు ఈవిషయమై పరిశోధనలు చేయగా మొట్టమొదటిసారి విజయమును పొందిన వాడు మార్కోనీ (చూ. పు. 532) అను ఇటలీ దేశస్థుడు. ఆచార్య రిఘీ చేసిన ప్రయోగములు చూచి ఆ పరిశోధనల వలన ముగ్ధులైన నాటి యువకులలో మార్కోనీ ఒకడు.

మార్కోనీకి విద్యుత్‌అయస్కాంత తరంగములయందు ఎక్కువగా అభిరుచి ఏర్పడినది. తన ఇంటిలోనే ప్రయోగములుచేసి, తీగలు లేకుండా టెలిగ్రాములను పంపించు విధానమును కనుగొనెను. ఈతడు ఇంగ్లండు వెళ్ళి తన యంత్రమును చూపగనే, బ్రిటిష్ పోస్టల్ ఇంజనీర్ ప్రీస్ ఇతనికి ప్రోత్సాహమును ఇచ్చెను. మార్కోనీ ఉపయోగించు విధానము 1 వ పటములో చూపబడినది.

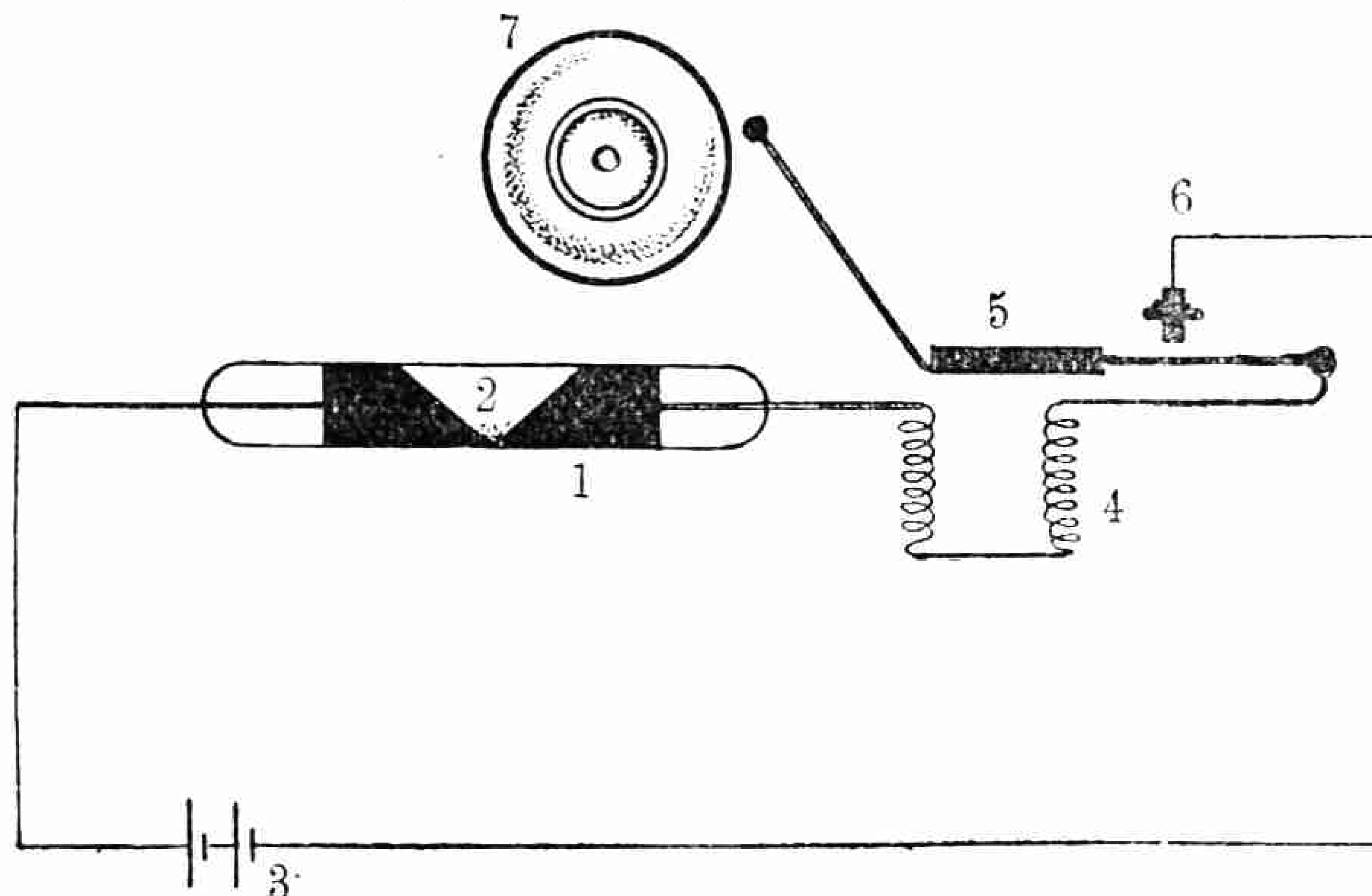



1 వ పటము : మార్కోనీ స్ఫులింగతరంగజనకము
1, 2, ఇత్తడిగుండ్లు ; 3. పరివర్తక ద్వితీయవేష్టనము
4. పరివర్తకము యొక్క ఆయసగర్భము ; 5. పరివర్తకము యొక్క ప్రథమవేష్టనము ; 6. మీట ; 7. బ్యాటరీ.

టెలిగ్రాఫుమీటను నొక్కినపుడు ప్రరోచనవేష్టనమువలన ఇత్తడి గుండ్లమధ్య స్ఫులింగములు పుట్టి వాటి మూలముగా తరంగములు ప్రసరించును. ఆ తరంగములను కనుగొనుటకు ఉపయోగించిన గ్రాహకము 2 వ పటములో చూపబడినది. ఇటువంటి దానిని బ్రాన్లీ అను ఫ్రెంచ్ పరిశోధకుడు ఉపయోగించెను. దానిలో కొన్నిమార్పులుచేసి సున్నితముగా పనిచేయునట్లు తయారుచేయుటయే మార్కోనీ ప్రజ్ఞ. సుమారు రెండంగుళముల పొడవుగల గాజు గొట్టములోని రెండు వెండికడ్డీల మధ్య



2 వ పటము : మార్కోనీగ్రాహకము - కోహిరరు

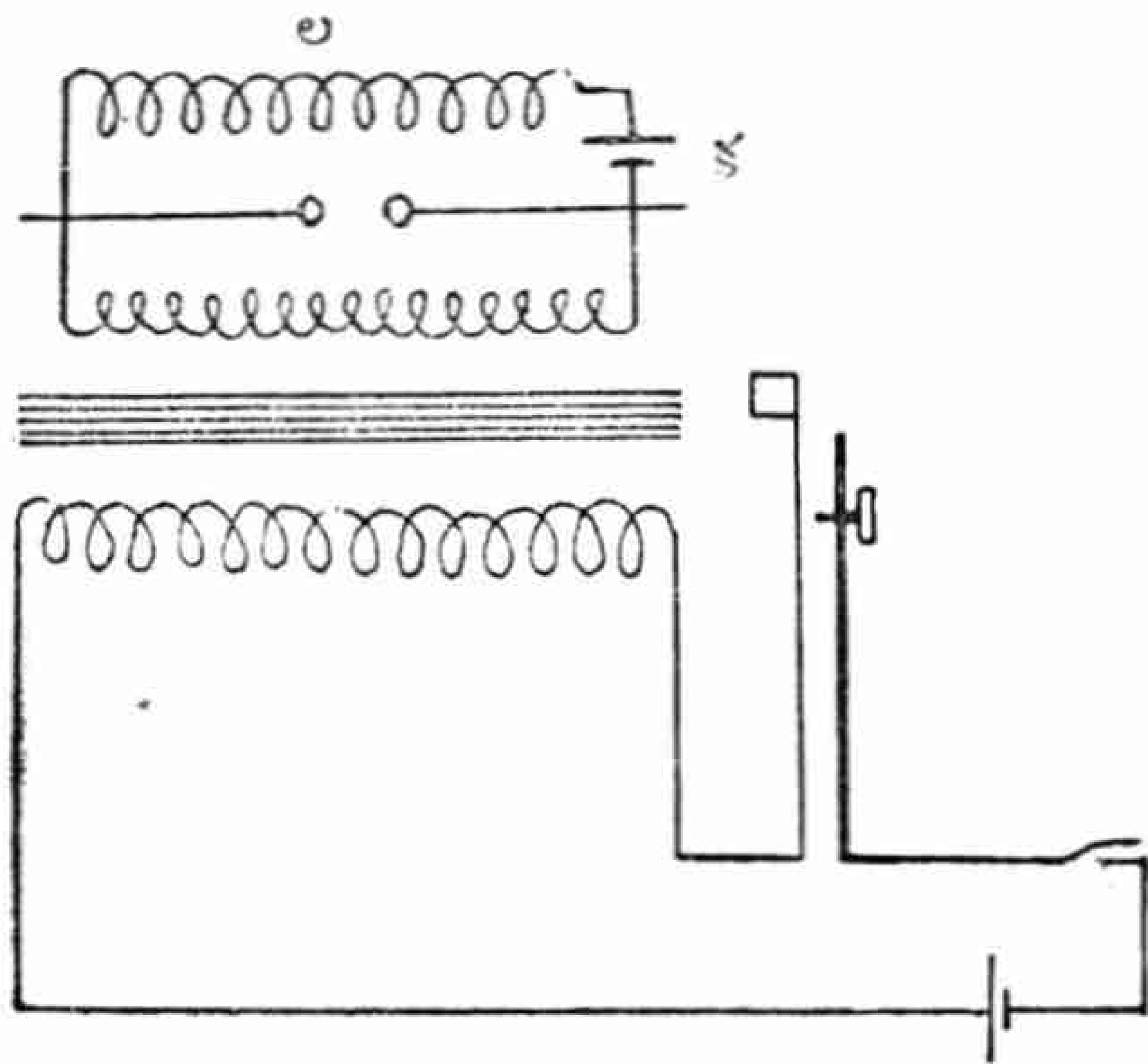



3 వ పటము : పనిచేయుచున్న గ్రాహకము
1. కోహిరరు సమగ్రపరికరము ; 2. లోహపు పొడి ; 3. బ్యాటరీ ; 4. ప్రరోచనవేష్టనము ; 5. అయస్కాంతము ; 6. మీట ; 7. గంట

మెత్తని ఇనుప రజను ఉన్నది. గొట్టములోనుంచి రాగి తీగలతో కడ్డీలకు విద్యుత్‌ప్రవాహమును పంపవచ్చును. సాధారణముగా ఇనుప రజను యొక్క నిరోధమువలన విద్యుత్‌ప్రవాహము చాల స్వల్పముగా ఉండును. అందువలన పైని చెప్పిన విధముగా గంటను మ్రోగించు ఏర్పాటులో విద్యుత్ ప్రవాహము గ్రాహకము ద్వారా పోవునట్లు చేసినపుడు ఆ గంట మ్రోగదు. కాని ప్రరోచన వేష్టనము యొక్క మీట నొక్కగానే కలిగిన తరంగములవల్ల గ్రాహకములోని ఇనుపరజను అతుకుకొని దానివల్ల నిరోధము తగ్గి వెంటనే గంట మ్రోగును. తరంగములు ఆగిపోయినప్పటికిని గంటమ్రోత మాత్రము నిలువదు. కాని గ్రాహకముపై చిన్నదెబ్బవేసి, ఇనుప రజను కదలించిన గంటమ్రోత నిలిచిపోవును. తిరిగి వేష్టనపుమీటను నొక్కగానే గంట మ్రోగును. గంట మ్రోత మొదలుపెట్టగానే గ్రాహకముపై దెబ్బవేసి నిలుపుటకు మార్కోనీ ఏర్పాటుచేసెను. ఇట్లు పనిచేయుచున్న గ్రాహకము 3 వ పటములో చూడనగును. ఇది మొట్టమొదటిసారి తీగలు లేకుండ టెలిగ్రాఫు వార్తలను కొద్ది మైళ్ళ దూరము పంపిన విధానము.

స్ఫులింగ ప్రేషకము (స్పార్క్‌ట్రాన్స్‌మిటర్): విద్యుత్ తరంగములను ఉపయోగించు విధానము స్థిరపడిన తరువాత టెలిగ్రాములను ఎక్కువ దూరమునకు పంపుటకు మార్కోనీ తన యంత్రములలో చాల మార్పులను చేసెను. అందులో ముఖ్యమైనవి రెండు: (1) స్ఫులింగము పుట్టించు యంత్రములోని 'ల' అను ఒక తీగచుట్టను 'క' అను కండెన్సర్ కు జతపరచుట. ఇది ఆలివర్ లాజ్ కనిపెట్టిన సౌకర్యము. దీనివల్ల టెలిగ్రాఫు యంత్రమునుండి వెలువడిన విద్యుత్‌తరంగములకు నియమిత పౌనఃపున్యము కొంతవరకు ఏర్పడును. అందువలన వేర్వేరు ప్రసార కేంద్రముల నుండి వెలువడిన తరంగములకు వేర్వేరు పౌనఃపున్యములను నిర్ణయించి ఒకే సమయములో చాల యంత్రములను పనిచేయించుటకు వీలుపడును ; (2) గ్రాహకమునకు బదులుగా మార్కోనీ కనిపెట్టిన అయస్కాంత గ్రాహకము అను సున్నితమైన సాధనమును

ఉపయోగించుట. ఈ రెండు మార్పులవలనను, పెద్ద యంత్రములను నిర్మించుటవలనను 1901 లో మార్కోనీ



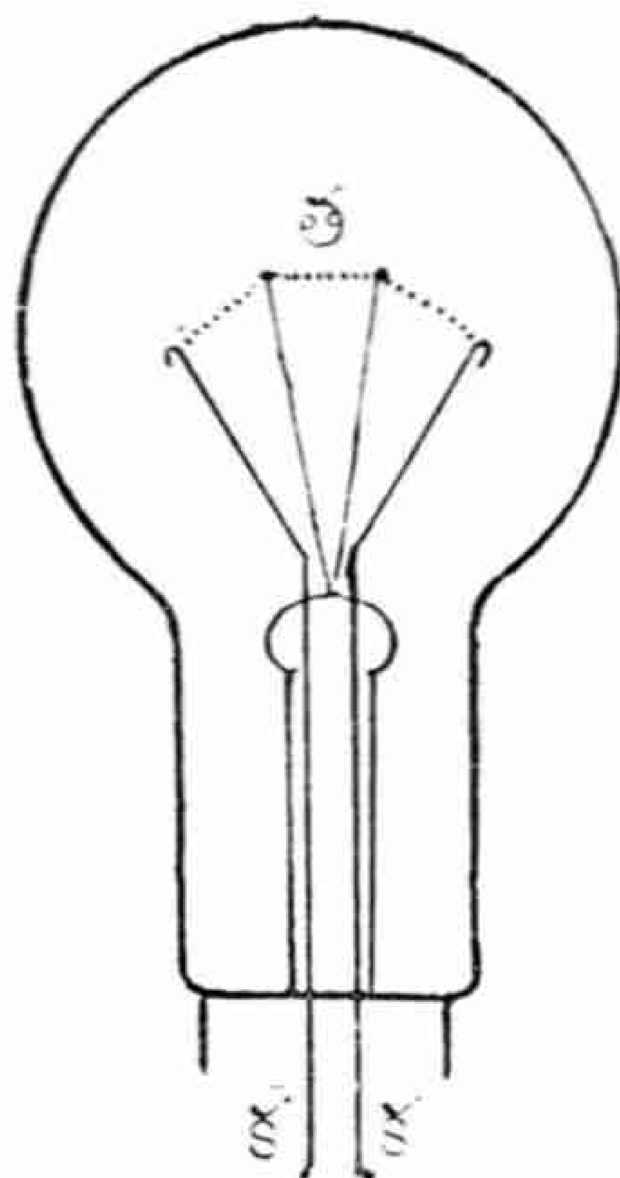

4 వ పటము : స్ఫులింగ ప్రేషకము

అట్లాంటిక్ సముద్రము ఆవలకు విద్యుత్తరంగములతో వార్తలను పంపగలిగెను. నాటినుండి ఈ తరంగములను నౌకలలోను, నౌకాశ్రయములలోను వాడుకొను అల వాటు వచ్చినది. 4 వ పటములో స్ఫులింగ ప్రేషకము యొక్క విధానము చూపబడినది.

పైని చెప్పిన స్ఫులింగప్రేషకము పంపించు విద్యుత్ తరంగములు కొంతకాలమైన తరువాత క్షీణించు స్వభావము కలవి. నేటి ప్రేషకములలో అవిరత విద్యుత్తరంగములను పంపు పరికరములను వినియోగించుచున్నారు. ఈ రెండవ రకపు ప్రేషకములలో విద్యుత్ వేష్టనములో రేడియోవాల్వును ఉపయోగించి తరంగములను పంపు పరికరము ముఖ్యమైనది.

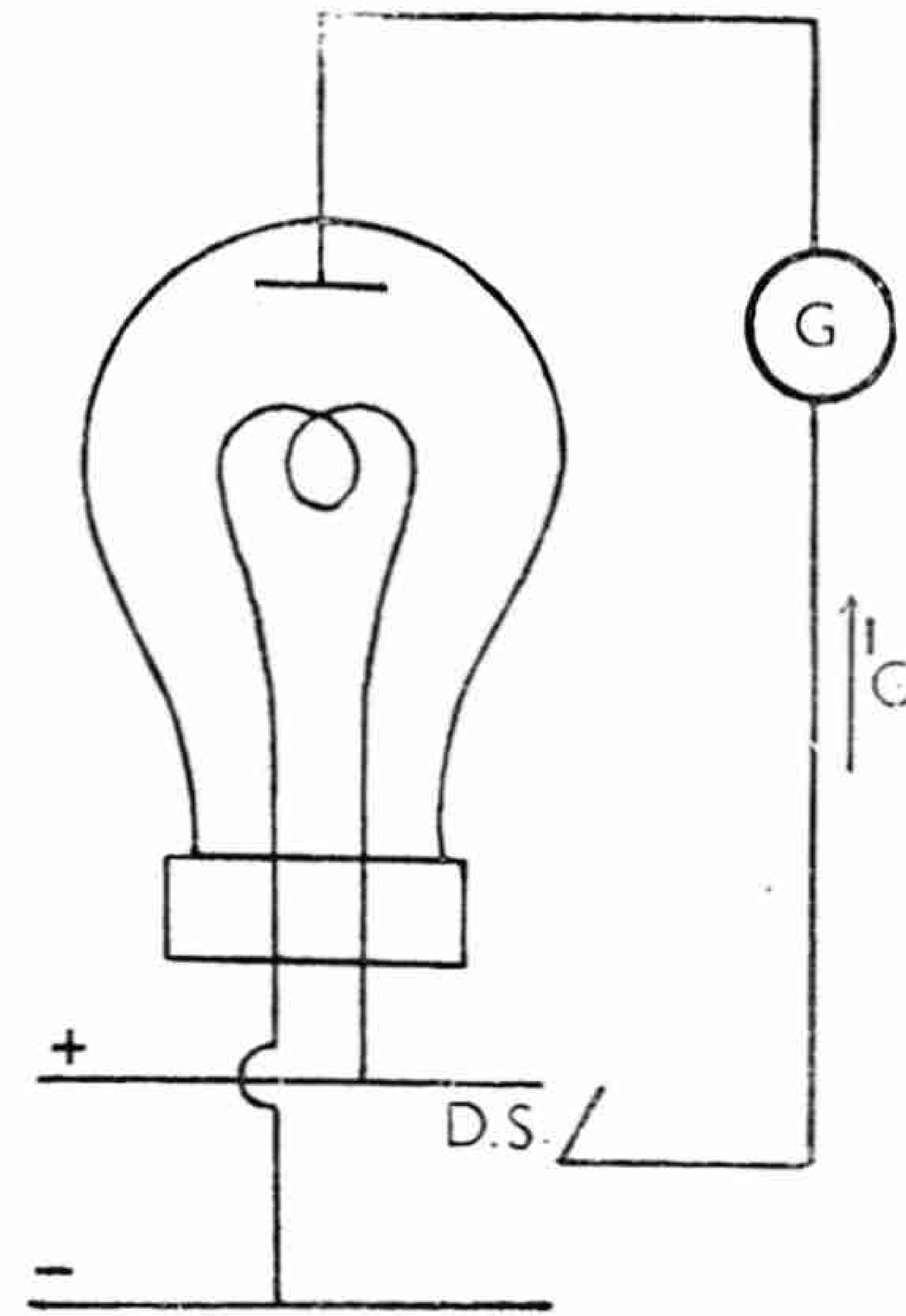
రేడియోవాల్వు: దీనినే కొందరు రేడియో ట్యూబ్ అనికూడా అందురు. రేడియో వాల్వు పనిచేయు విధానము బోధపరచుకొను ముందు క్రింది విషయములను మనము తెలిసికొనవలెను.

ఆడిసన్ ఫలితము: విద్యుత్ దీపములను తయారుచేయుటకు ప్రారంభించిన వారిలో ఆడిసన్ (చూ. పు. 171) అగ్రగామి. ఈతడు నిర్మించిన దీపములో 5 వ పటములో చూపినట్లు 'త' అనునది కార్బన్ తీగ. 'క, క' అను తీగల ద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినపుడు ఆ కార్బన్ తీగ వేడెక్కి




5 వ పటము : ఆడిసన్ విద్యుత్ దీపము

వెలుతురును ఇచ్చును. గాజు కుప్పెలోని గాలిని తీసివేయుటవలన కార్బన్ తీగ కాలిపోకుండ నిలిచి వెలుగునని తెలిసిన విషయమే. కాని ఈ దీపములు కొన్ని గంటలు వెలిగిన తరువాత గాజుకుప్పె నల్లబడుటయు, లోని తీగ శీఘ్రముగ తెగి పోవుటయు జరుగు చుండెను. ఈ లోపమునకు కారణమును పరీక్షించుటకై ఆడిసన్ చేసిన ఒక ప్రయోగములో నున్న (చూ. 6 వ పటము) దీపపు గోళములో కార్బన్ తీగకు తగులకుండా

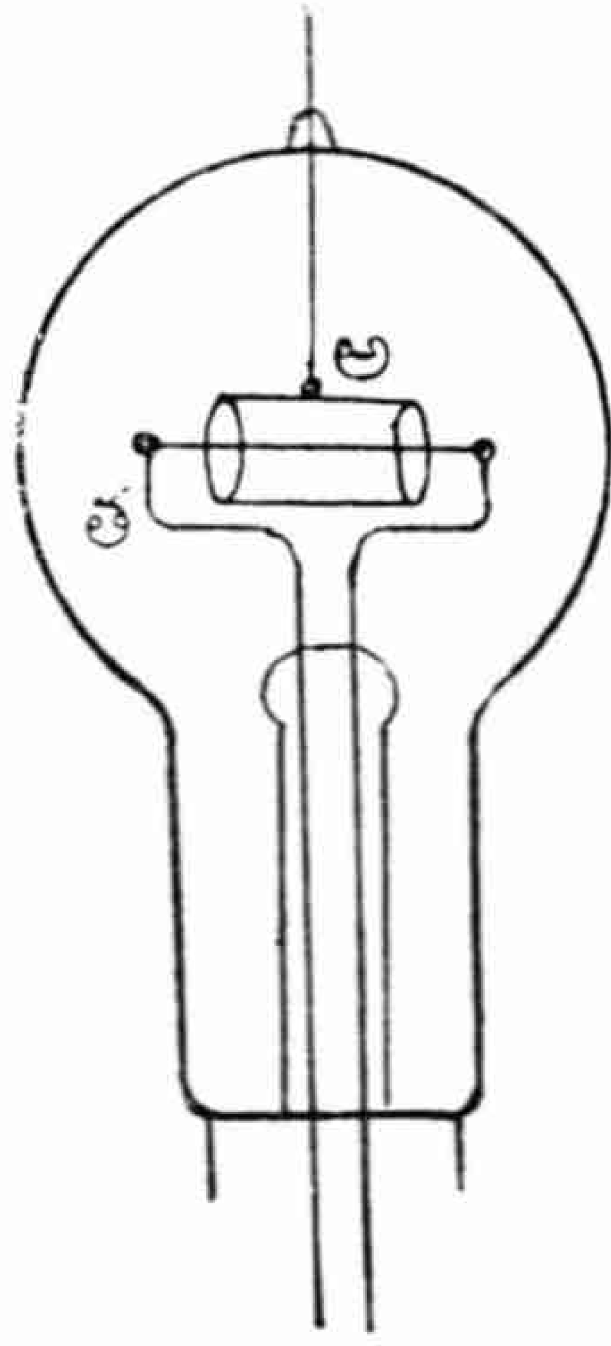



6 వ పటము : ఆడిసన్ ఫలితము

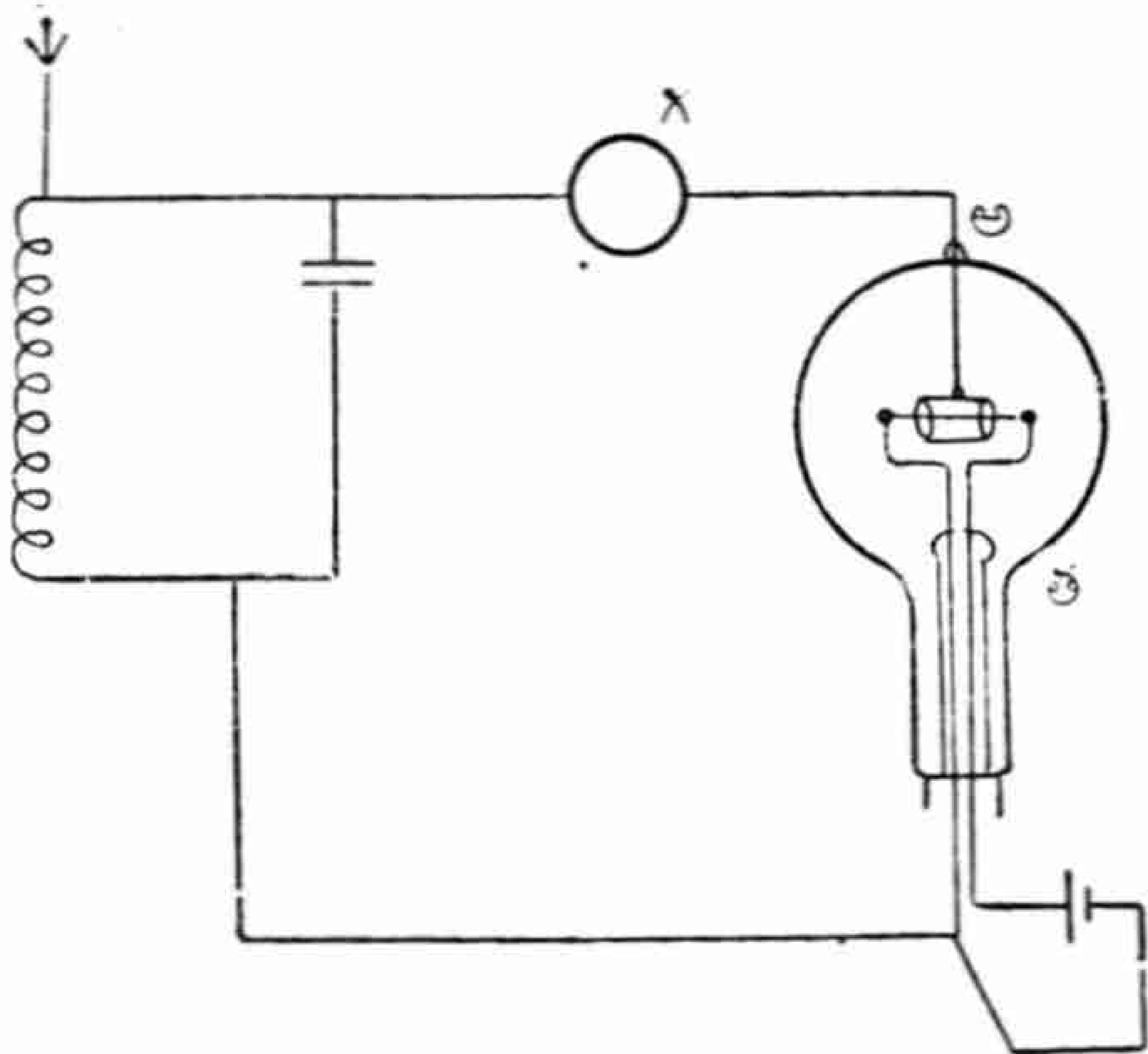
రేకు ఒకటి అమర్చబడినది. G అనునది విద్యుత్ప్రవాహమునుచూపు గాల్వనీమీటరు. దీపమును విద్యుత్ఘటమాలతో వెలిగించి రేకును గాల్వనీమీటరుద్వారా విద్యుత్ ఘటమాలయొక్క ధనాగ్రమునకు తగిలించినపుడు G లోని ముల్లు విద్యుత్ప్రవాహమును సూచించెను. ఈ ప్రవాహము గాజు కుప్పెలో తంత్రినుండి రేకువైపునకు పోవుచున్నట్లు రూఢి అయ్యెను. విద్యుత్ఘటమాల యొక్క ఋణాగ్రమునకు రేకును తగిలించినపుడు విద్యుత్ప్రవాహము ఏర్పడలేదు. ఈ విచిత్ర సంఘటనను ఆడిసన్ కనిపెట్టుట వలన దీనికి 'ఆడిసన్ ఫలితము' అని పేరు వచ్చెను. ఇది 1883 లో ఆడిసన్ కనుగొనిన విషయము. దీనిని గూర్చి ఆడిసన్ మాత్రము తిరిగి పరిశోధన చేయలేదు.

ఆడిసన్ ఫలితమునకు కారణము తెలిసికొనుటకై ఎందరో విజ్ఞానులు ప్రయోగములు చేసిరి. వారిలో బ్రిటిష్ విజ్ఞాని ఫ్లెమింగ్ ఒకడు. ఆడిసన్ ఫలితమును వివరించుటకు గావించిన పరిశోధనలను ఆధారము చేసికొని ఫ్లెమింగ్ మొట్టమొదట 1904 లో రేడియో వాల్వును నిర్మించగలిగెను. 7 వ పటములో (చూ. పు. 639). 'త' అనునది తీగ; 'అ' అనునది దానిచుట్టును గల రేకుగొట్టము. ఆ తీగద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహము పంపినప్పుడు 'అ' అను విద్యుత్ఘటమాలయొక్క ధనాగ్రమునకు తగిలించగనే 'అ' నుండి 'త' కు విద్యుత్ప్రవాహము ఏర్పడును. ఇది

ఆడిసన్ తెలిసికొన్న విషయమే. దీనిని విద్యుత్తరంగములను పోల్చుకొనుటకు మొట్టమొదటిసారి ఉపయోగించిన వాడు ఫ్లెమింగ్. విద్యుత్ తరంగములను పంపు ఏర్పాటుచేసి వాటిని గ్రహించుటకు 'ధాతుకణ' గ్రాహకము (కోహిరరు) నకు బదులు ఈవాల్వును ఉపయోగించగనే (చూ. 8 వ పటము) తరంగములు ప్రసరించినప్పుడు వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పడెను. ఎక్కువ సేపు తరంగములు కలిసినప్పుడు ఎక్కువగాను, తక్కువ సేపు తరంగములు కలిసినప్పుడు తక్కువగాను 'గ' లోని ముల్లు స్థానచలనము పొందుచుండెను. దీనికి కారణము విద్యుత్ తరంగములనియు, ఆ తరంగముల వల్ల 'అ' ధనావిష్టమును, 'త' ఋణావిష్టమును అయి



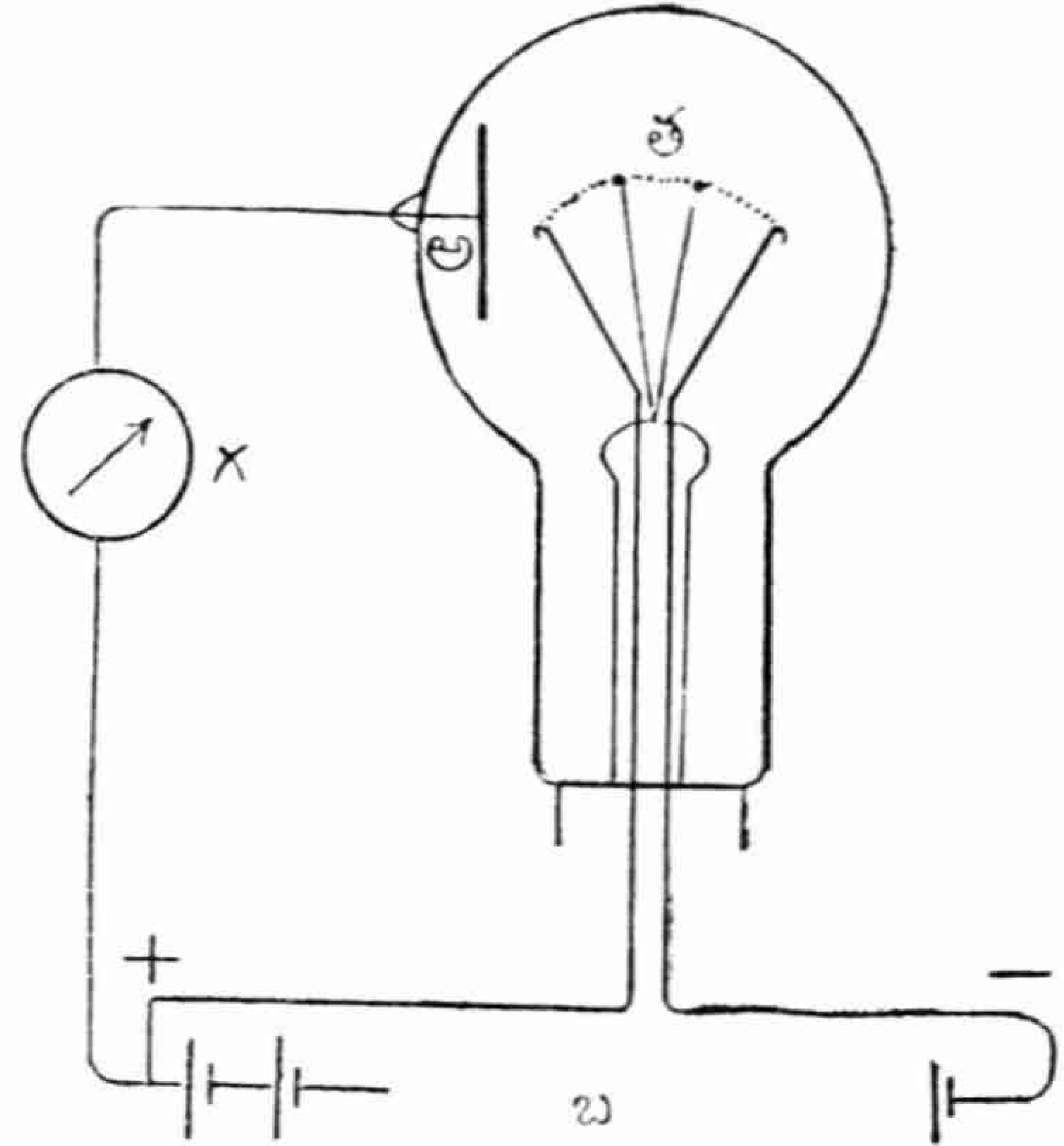
7 వ పటము :
ఫ్లెమింగ్ డయోడ్ వాల్వు



8 వ పటము : నిస్తంత్రీతరంగములను గ్రహించు వాల్వు

నప్పుడు విద్యుత్ప్రవాహము ఏర్పడుట, 'త' ధనావిష్టమును, 'అ' ఋణావిష్టమును అయినప్పుడు ఆ ప్రవాహము నిలిచిపోవుటయు జరుగుచున్నట్లు ఫ్లెమింగ్ తెలిసికొనెను.

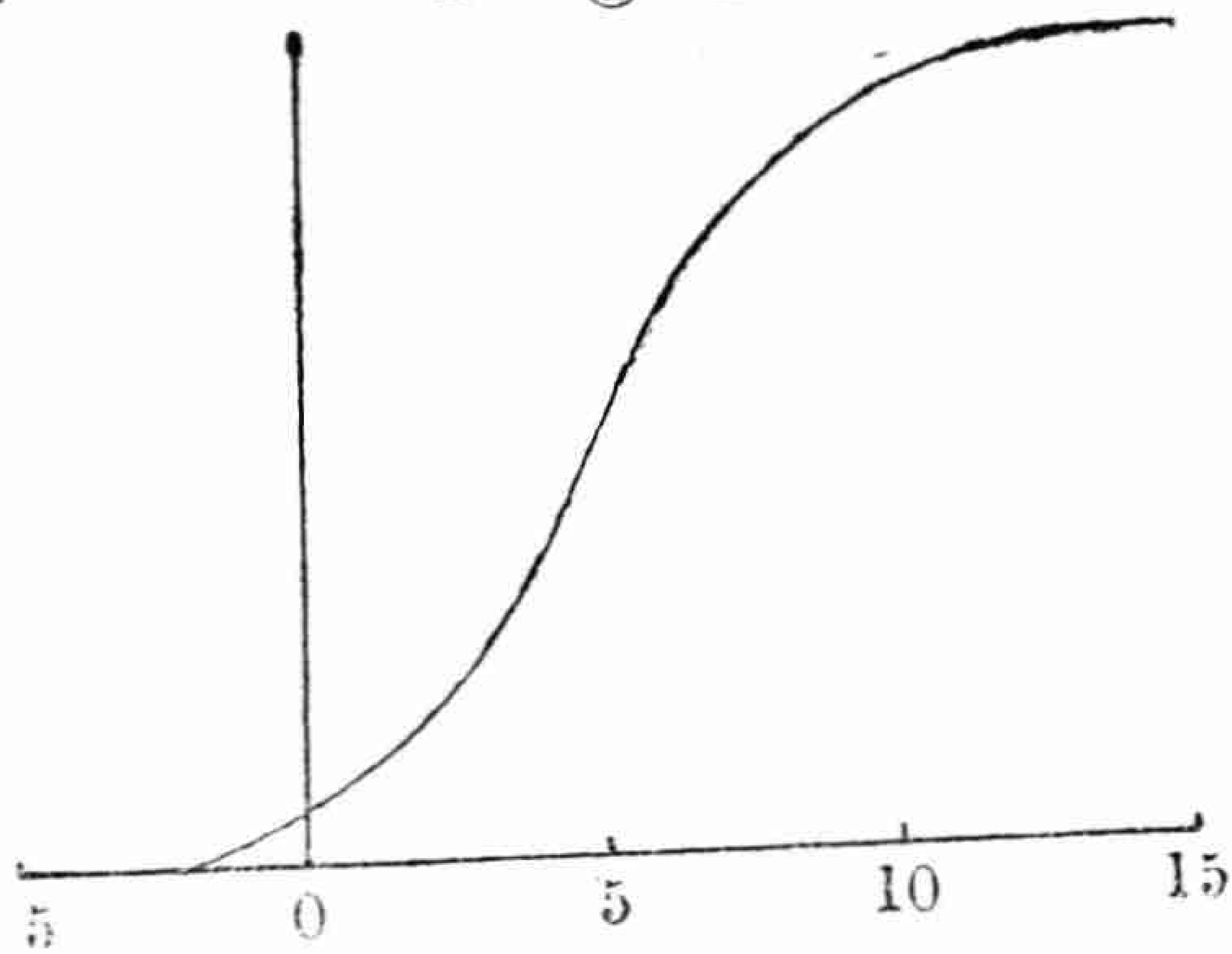
అప్పటివరకు వాడుకలోనున్న లోహక గ్రాహకము కన్నను, 'మాగ్నెటిక్ డిటెక్టర్' కన్నను ఈవాల్వు చాల సున్నితముగ పనిచేయుటను చూచి, దీనిని మార్కోనీ వెంటనే అమలులో పెట్టెను. ఎలక్ట్రాన్ల స్వభావమును 1896 లో పరీక్షించిన జె. జె. థామ్సన్ తనయొక్క ప్రయోగములవల్ల ఫ్లెమింగ్ వాల్వు పనిచేయువిధానమును వివరించగలిగెను. ఈ వివరణ ప్రకారము గాలి తీసివేయబడిన వాల్వులోని తీగ వేడెక్కినప్పుడు దాని నుండి ఎలక్ట్రాన్లు వెలువడి ధనాగ్రముగ చేయబడిన 'అ' అను ధాతు రేకువైపునకు ఋణవిద్యుదావేశముగల ఎలక్ట్రాన్లు ఆకర్షించబడును. 'అ' ఋణాగ్రమయినప్పుడు ఎలక్ట్రాన్లు 'అ' నుండి మరలింపబడును. కాబట్టి వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహము నిలిచిపోవును. అనగా వాల్వులో ఒక దిక్కుననే విద్యుత్తు ప్రవహించును (చూ. 9 వ పటము). వాల్వుయొక్క ఈ లక్షణము ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహము (ఎ. సి.) ను ఋజుప్రవాహము (డి. సి.) గా మార్చు సాధనముగ ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ వాల్వులో ఎలక్ట్రాన్లను జనింపజేయు తీగ 'త' అను నదియు, వాటిని ఆకర్షించు రేకు 'అ' అనునదియు ముఖ్యాంగములు. ఈ రెండు ముఖ్యాంగములు గల వాల్వునకు డయోడ్ (ద్వ్యగ్రము) అనగా రెండు అగ్రములు కలది అని పేరువచ్చెను.



9 వ పటము : ఫ్లెమింగ్ వాల్వు పనిచేయు విధానము

డయోడ్ (ద్వ్యగ్రము) : ఇందు విద్యుత్ ప్రవాహము 'త' యొక్క తాపక్రమమునుబట్టియు, 'అ' యొక్క శక్మనుబట్టియు ఉండును. 'త' యొక్క తాపక్రమమును నిలుకడగా ఉంచి, 'అ' యొక్క శక్మను వృద్ధిచేసినప్పుడు విద్యుత్ప్రవాహము కొంతవరకు వృద్ధియై తర్వాత నిలకడగా ఉండిపోవును. 'త' నుండి వెలువడిన ఎలక్ట్రాన్లు అన్నియు 'అ' ను చేరుకొనినప్పుడు 'అ' యొక్క శక్మను వృద్ధిచేసినప్పటికిని వాల్వులోని ప్రవాహము ఎక్కువకాదు. కాని 'త' నుండి వెలువడిన ఎలక్ట్రాన్లలో కొన్ని 'అ' ను

చేరక మధ్యప్రదేశములో ఆవరించినపుడు 'అ' యొక్క శక్మలో మార్పులనుబట్టి ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము మార్పులను



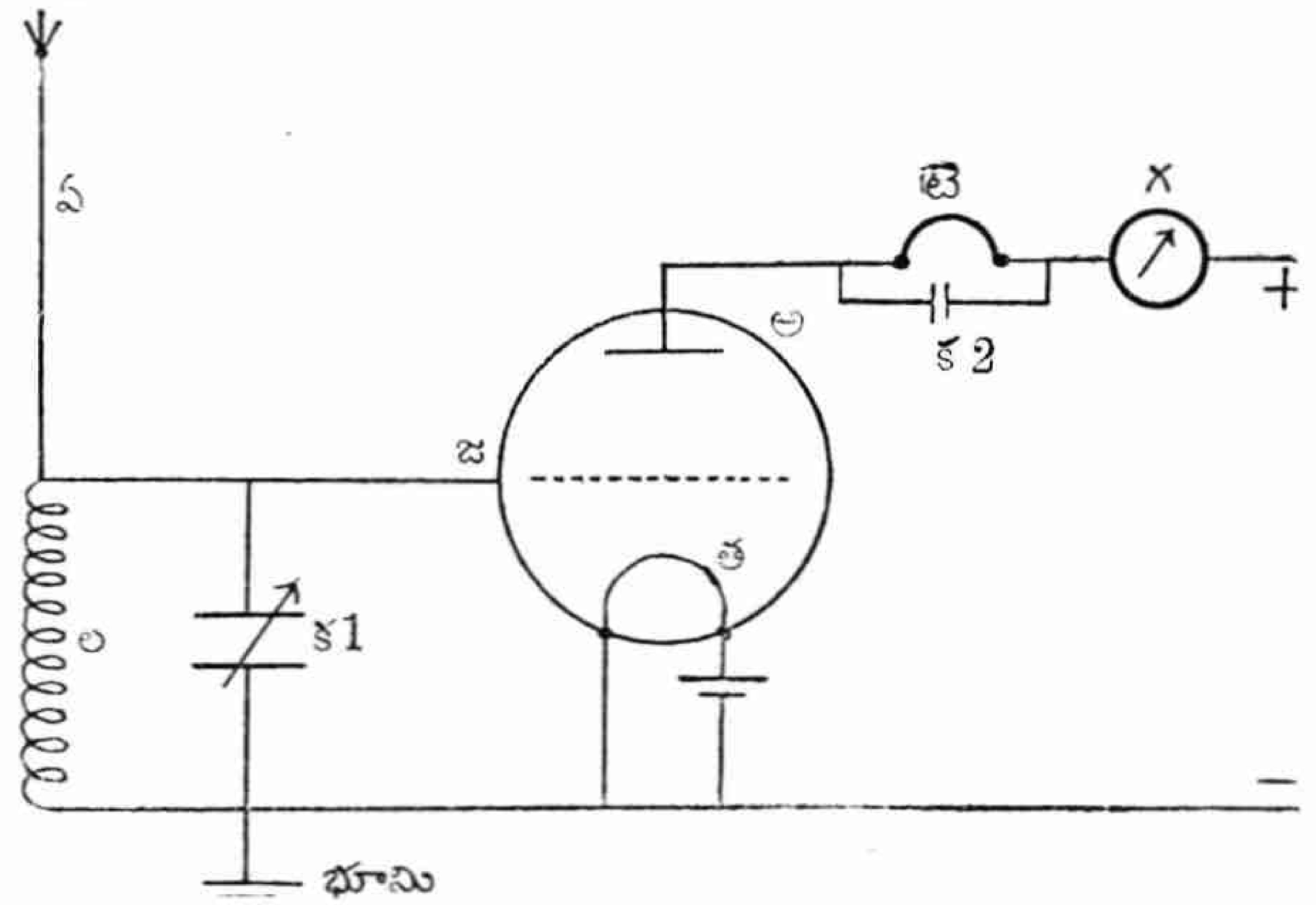

10 వ పటము : ప్రవాహము – శక్మ సంబంధము

పొందుచుండును. ఈ అన్యోన్యసంబంధము 10 వ పటములో చూపబడినది.

ట్రయోడ్: 1907 లో యునైటెడ్ స్టేట్స్ దేశస్థుడైన 'లీ డీ ఫారెస్ట్' డయోడ్‌లో ఒక గొప్పమార్పును తెచ్చెను. వాల్వులలోని తీగ 'త' కును, రేకు 'అ' కును మధ్య 'జ' అను జల్లెడ (గ్రిడ్) వంటి తీగచుట్టను అమర్చి, దాని వలన వాల్వులోని విద్యుత్ ప్రవాహములో మార్పులు కలిగించుటకు వీలగునట్లు చేసెను. 'జ' యొక్క శక్మధనమైనప్పుడు వాల్వులోని విద్యుత్ప్రవాహము ఎక్కువగాను, ఋణమైనప్పుడు తక్కువ అగుచుండును. మూడు అంగములు (త, జ, అ,) కలిగియున్న ఈవాల్వునకు 'ట్రయోడ్' (త్ర్యగ్రము) లు అని పేరు, ఇట్టి వాల్వును ముఖ్యముగా మూడువిధములుగా ఉపయోగించవచ్చును: 1. డిటెక్టర్ (ఉపలంభకము), 2. ఆంప్లిఫయర్ (వర్ధకము), 3. ఆసిలేటర్ (కంపకము).

డిటెక్టర్ : ఇది గుర్తించు సాధనము. విద్యుత్తరంగములను గుర్తించుటకు ఫ్లెమింగ్ వాల్వుకంటె ఈట్రయోడ్ చాలరెట్లు సున్నితముగా పనిచేయును. 'త' కు సమీపముగా నున్న జల్లెడ 'జ' వల్ల వాల్వులోని ప్రవాహములో స్వల్పశక్తిగల విద్యుత్ తరంగములు కూడ ఎక్కువ మార్పులను కలుగజేయును. ఈవాల్వును ఉపయోగించి రేడియోగ్రాహక యంత్రమును 11 వ పటములో చూపిన విధముగా తయారుచేయవచ్చును.

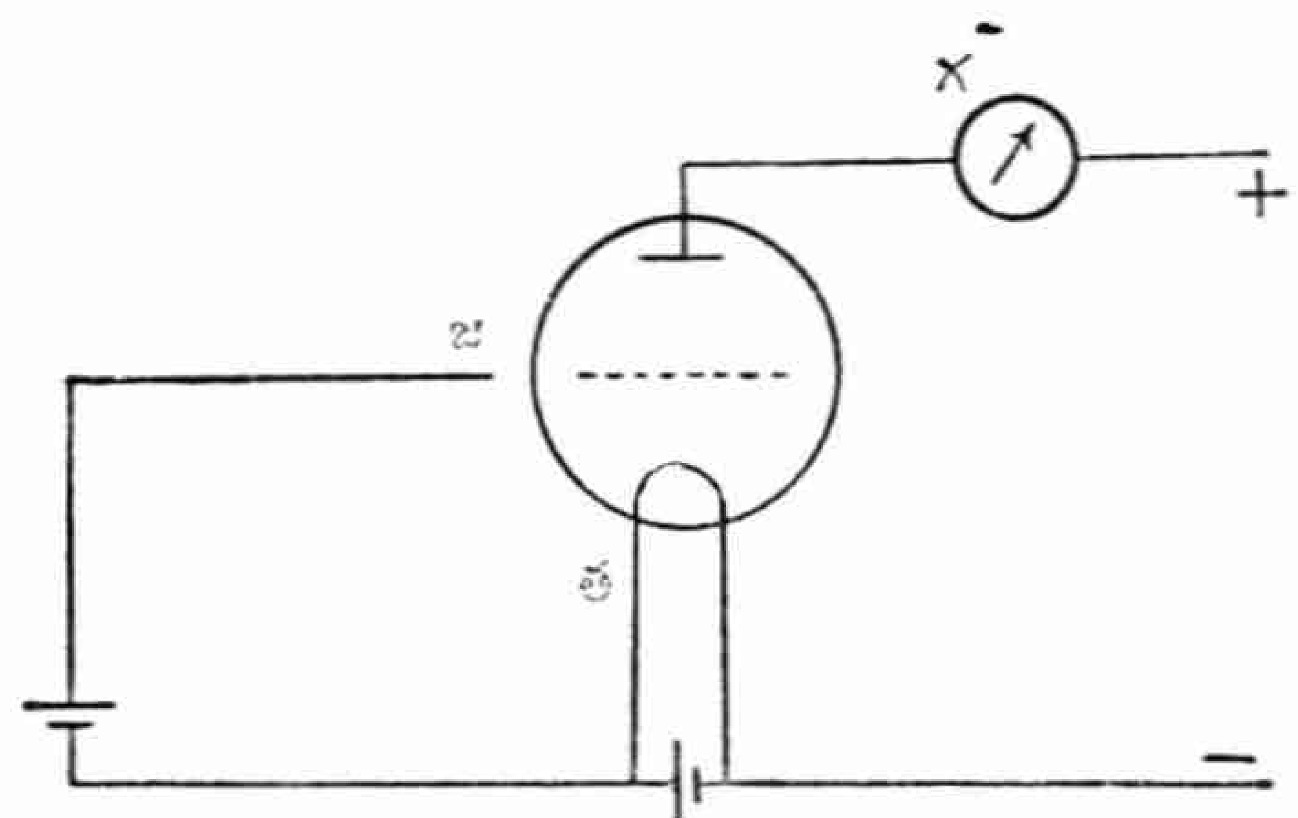
వాల్వులోని తీగను వేడిచేయుటకు 'త' కు అల్పసామర్థ్యముగల విద్యుత్ఘటమాలను తగిలించి వాల్వులో విద్యుత్ ప్రవాహము ఏర్పరుచుటకు ఎక్కువ శక్మగల విద్యుత్ఘటమాలనుకూడ అమర్చినపుడు 'గ' లోని ముల్లు విద్యుత్ ప్రవాహమును చూపును. దానితోపాటు టెలిఫోన్ (టె) కూడ అమర్చినట్లయిన, దానితోకూడ ఈ విద్యుత్ ప్రవాహము పోవుచుండును.




11 వ పటము : వాల్వును వాడుకచేసి రేడియోగ్రాహక పరికరమును తయారుచేయు విధానము

ఆకాశకము వలన విద్యుత్తరంగములను గ్రహించినపుడు వాటివలన వాల్వులోని విద్యుత్ ప్రవాహము కొంచెము హెచ్చును. రేడియోటెలిగ్రాములను గ్రహించినపుడు '—' గుర్తునకు ఎక్కువగను '●' గుర్తునకు తక్కువగను ఈమార్పు కలుగుచుండును. అందువలన 'గ' లోని ముల్లుయొక్క కదలికవలన టెలిగ్రాఫుగుర్తులను పోల్చుకొనవచ్చును. గాల్వనీమీటరు 'గ' కంటె ఈ విషయములో టెలిఫోను బాగుగ పనిచేయును. టెలిగ్రాఫు వార్తలను గ్రహించునపుడు విద్యుత్ ప్రవాహములోని మార్పులవలన టెలిఫోనులోని రేకు కదలును. అప్పుడు 'కట్ట', 'కడ' శబ్దములు బాగుగ వినబడును.

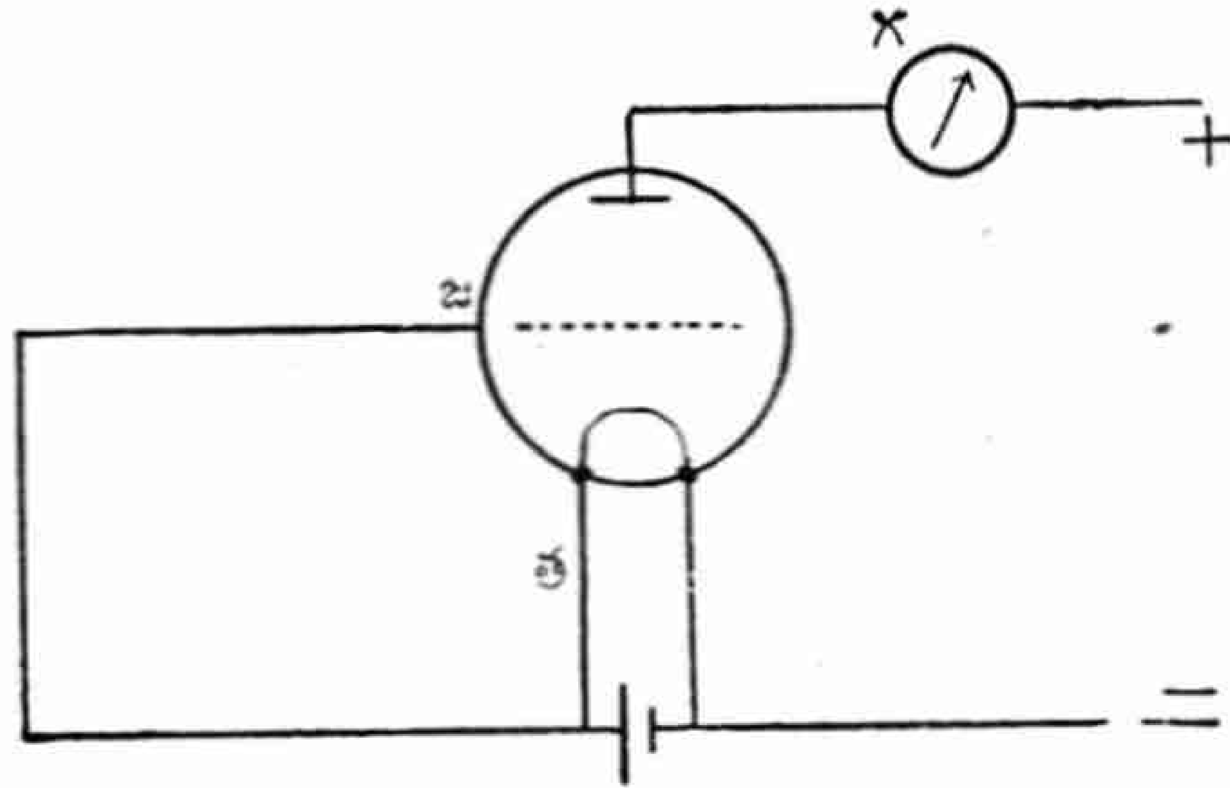
ఆంప్లిఫయర్ : ఆంప్లిఫయర్ అనగా వృద్ధిచేయునది. ట్రయోడ్ ఆంప్లిఫయర్ యొక్క గుణములలో ఇది చాల ముఖ్యమైనది. విద్యుత్ ప్రవాహములోగాని, శక్మలోగాని మార్పులు ఉన్నప్పుడు వాటిని వాల్వుమూలముగా ఎక్కువ




12 వ పటము : ట్రయోడ్ ఆంప్లిఫయర్

చేయవచ్చును. విద్యుత్ఘటమాల మూలముగా వాల్వులో విద్యుత్ప్రవాహమును కల్పించిన తరువాత 'జ' యొక్క

శక్మలో మార్పులుకలిగించినప్పుడు వాటివలన వాల్వులోని విద్యుత్ప్రవాహము చాల మార్పుచెందును. 12 వ పటము (చూ. పు. 640)లో చూపినట్లుగా 'జ' కును, 'త' కును ఘటమాలయొక్క '+'ను, '—'ను వరుసగా తగిలించినప్పుడు 'త' యొక్క శక్మతో పోల్చగా 'జ' యొక్క శక్మ '+1.5 వోల్టు'లు ఉండును. అందువలన వాల్వులోని విద్యుత్ప్రవాహము ఎక్కువగును. దానివలన 'గ' లోని ముల్లు 2 గీతలు మారినదనుకొనుడు. ఘటమాలను తీసివేసి 'జ' ను 'త'కు తగిలించినట్లయిన ప్రవాహము తగ్గిపోయి 'గ' లోని ముల్లు వెనుకకు పోవును. పూర్వపు ప్రవాహము తిరిగి కల్పించుటకు 'అ' కు తగిలించిన (చూ. 11 వ పటము - పు. 640) ఘటమాలశక్మను వృద్ధి చేయవచ్చును. ఇంకొక 15 వోల్టులు చేర్చినపుడు 'గ' లోని ముల్లు తిరిగి 2 గీతలవరకు వచ్చును. దీనినిబట్టి వాల్వులోని విద్యుత్ప్రవాహమును మార్చుటలో 'అ' కంటె 'జ' పది

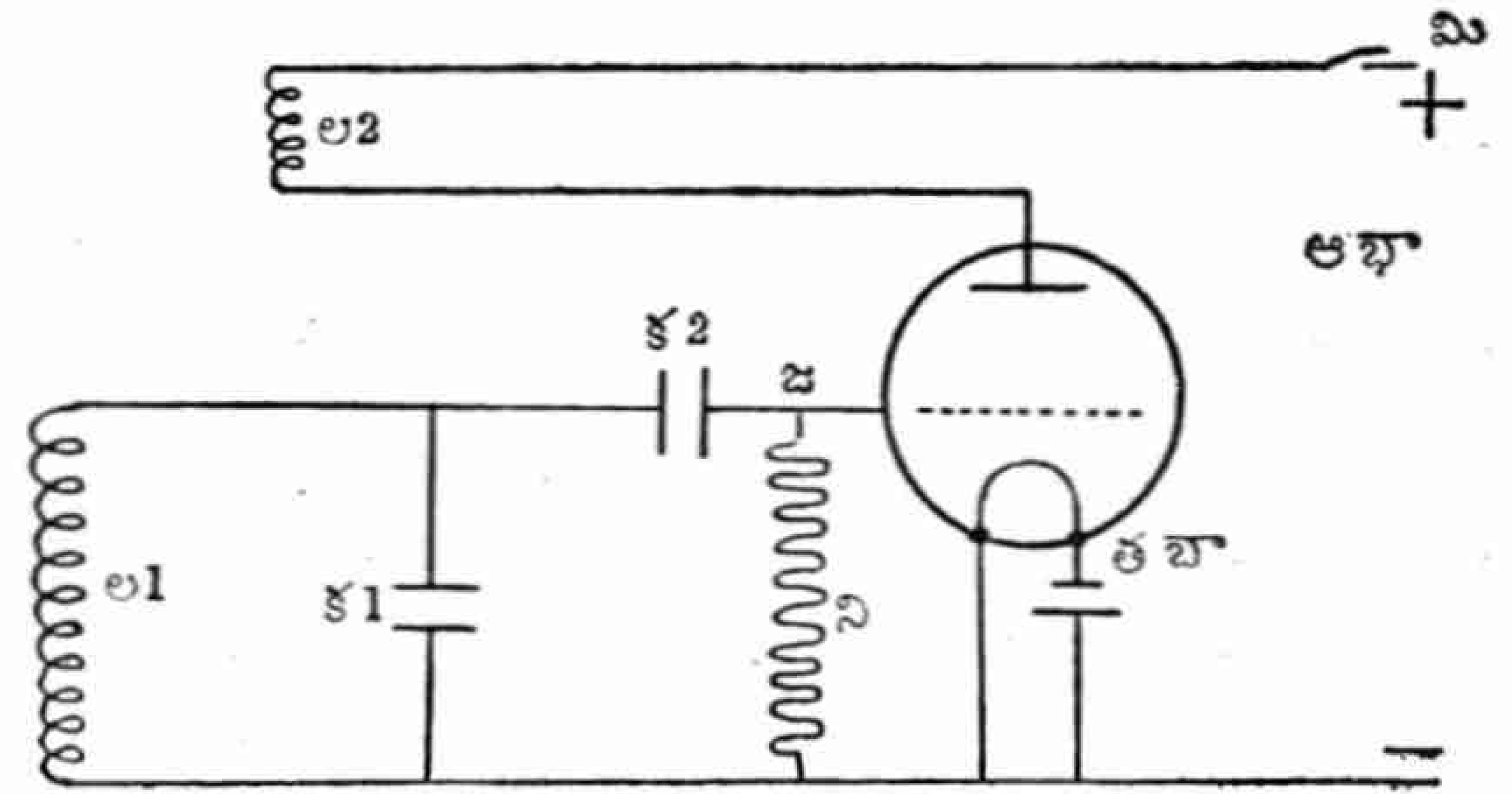



13 వ పటము : ట్రయోడ్ ఆంప్లిఫయర్

రెట్లు ఎక్కువశక్తిమంతమైనదని తెలియును. 'జ'కును. 'త' కును మధ్యశక్మ మారినపుడు దానికి పదిరెట్లు మార్పును వాల్వుమూలముగా కలుగజేయుటకు వీలుపడును. ఇంకొక వాల్వును ఉపయోగించి, తిరిగి పదిరెట్లు వృద్ధిచేయ వచ్చును. రేడియో యంత్రములలో సుమారు 1,00,000 రెట్ల వరకునుకూడ శక్మను వృద్ధిచేయుటకు అవకాశమున్నది.

**ఆసిలేటర్ :** వాల్వును విద్యుత్అయస్కాంత తరంగములను కల్పించు పరికరముగా ఉపయోగించుట వలననే రేడియోప్రసారమునకు వీలుకలిగినది. స్ఫులింగమువలన కొద్ది తరంగముల సముదాయములేగాని, నిలుకడగా ఒకే శ్రుతిలో తరంగపరంపర కలుగదు. వాల్వువలన అట్టి తరంగపరంపరను కలిగించవచ్చును.

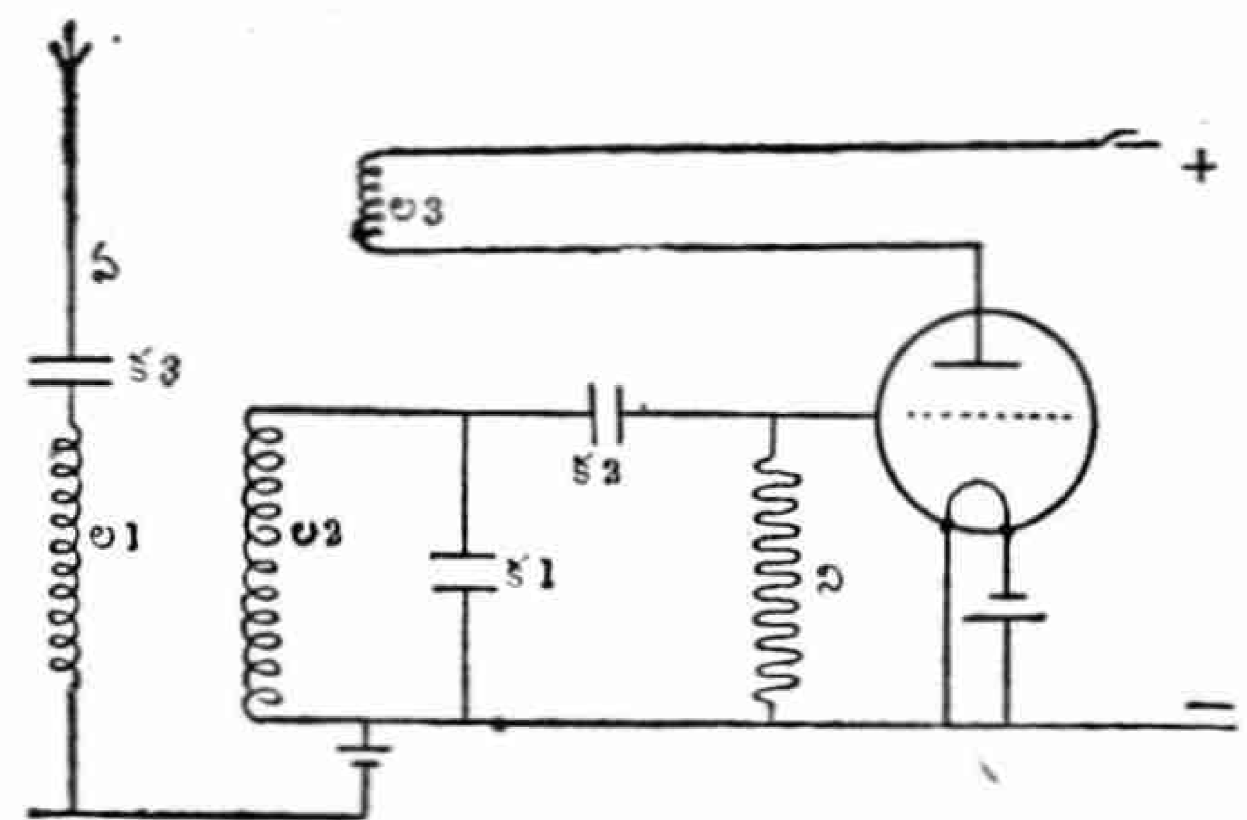
విద్యుత్స్పందనము కలుగుటకు 'ల' తీగచుట్టయును, 'క' సంఘనకమును ముఖ్యము. సంఘనకము రబ్బరు త్రాడు మాదిరిగను, తీగచుట్ట ఆ త్రాడుకొనకు తగిలించిన బరువు మాదిరిగను పనిచేయును. రబ్బరు త్రాడునకు రాతిని కట్టి, దానిని కదలించినప్పుడు అది క్రిందికిని. పైకిని చాలసేపు ఎట్లు ఊగునో అదేవిధముగ తీగచుట్టలోని ప్రవాహము మార్చినట్లయిన, విద్యుత్ ప్రవాహము కూడ ఊగులాడును. కాని ఈ స్పందనము కొంతసేపటికి నిలిచిపోవును. రాయి కొంతసేపు ఊగి, గాలియొక్క నిరోధమువలన నిలిచిపోవును. విద్యుత్ ప్రవాహములోని స్పందనముకూడ తీగయొక్క నిరోధమువలన ఆగిపోవును. కాని స్పందనము నిలిచిపోకుండ ఏర్పాటు చేయుటకు వాల్వును ఉపయోగించవచ్చును. 14 వ పటములో




14 వ పటము : ట్రయోడ్ ఆసిలేటర్

చూపిన మాదిరిగా '$ల_1$', '$క_1$'లను వాల్వునకు తగిలించి విద్యుత్ ఘటమాలనుండి ప్రవాహము పోవునట్లు చేయగనే '$ల_1$', '$క_1$'అలో విద్యుత్స్పందనము కలుగును. ఆస్పందనమువలన వచ్చిన ప్రవాహము వాల్వుమూలముగా వృద్ధి పొంది '$ల_2$', '$క_2$' ల గుండా విద్యుత్ఘటమాలవైపు ప్రవహించును. '$ల_2$'కును, '$ల_1$'కును గల అన్యోన్య ప్రేరణమువలన '$ల_1$'లోని ప్రవాహము వృద్ధిపొందునట్లు చేయవచ్చును. ఈ పద్ధతికి 'ప్రతిక్రియ' (రియాక్షన్) అని, 'పోషకక్రియ' (ఫీడ్ బాక్) అని పేరులు. '$ల_2$'కును, '$ల_1$'కును గల అన్యోన్య ప్రేరణము సరిపోయినప్పుడు మాత్రమే వాల్వుసహాయమున ఒకేకంపన పరిమితిగల విద్యుత్ స్పందనములు నిలుకడగా ఉండును.

**వాల్వు ట్రాన్సిమిటర్ :** టెలిగ్రాఫు వార్తలను పంపుటకు 15 వ పటములో చూపిన విధముగా ఏర్పాటుచేసి, విద్యుత్ఘటమాల తగిలించిన మీట నొక్కగానే వాల్వు




15 వ పటము : వాల్వుట్రాన్సిమిటర్

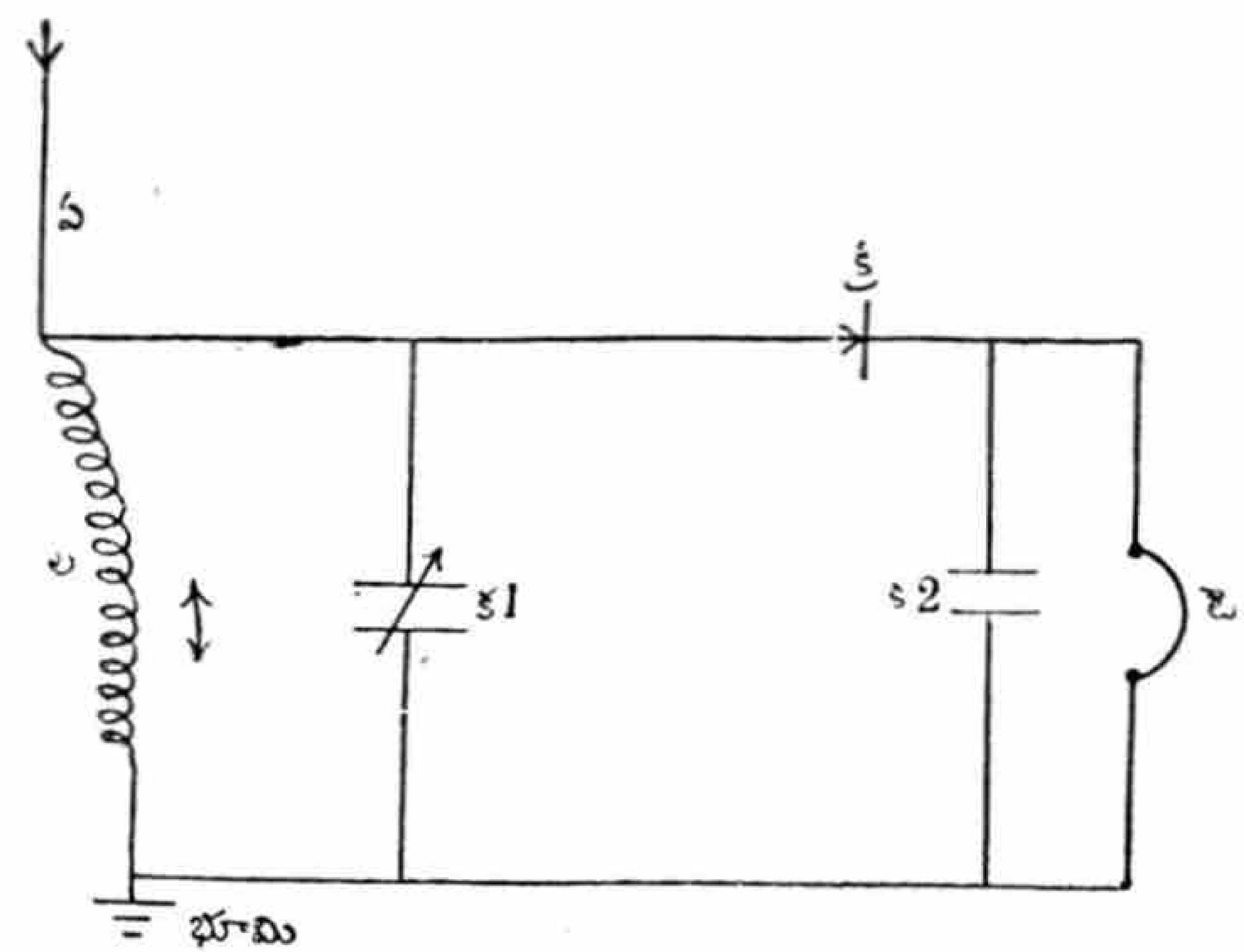
పనిచేయుటవలన 'ల$_1$', 'క$_1$'లలో విద్యుత్ స్పందనములు ఏర్పడును. 'ల$_3$'నకు,'ల$_2$'నకునుగల అన్యోన్య ప్రేరణము వలన ఈ స్పందనములు 'ల$_3$'లో కలుగును. ఆకాశకమును ఈ తీగచుట్టకు తగిలించి,'క$_3$' మూలముగా ఆకాశకమును శ్రుతిచేయగనే, విద్యుత్ స్పందనము ఆకాశకములో ప్రబలి, విద్యుత్ అయస్కాంత తరంగములు ఆకాశకమున ప్రసరించును. మీటను కొద్దిసేపు నొక్కినపుడు '●' గుర్తుగను, ఎక్కువసేపు నొక్కినపుడు '—' గుర్తుగను సూచించుటకు వీలగును. రేడియో టెలిగ్రాములు తరంగముల మూలముగా ఈ మాదిరిగనే పంపబడుచుండును.

**రేడియో ప్రసారము** (బ్రాడ్ కాస్టింగ్): ఒకే కంపన పరిమితిగల విద్యుత్ తరంగములను వాల్వుమూలముగా కల్పించి, వాటియొక్క కంపనపరిమితిలో మార్పులను కలుగజేయుటయే రేడియో ప్రసారము (బ్రాడ్‌కాస్టింగ్) యొక్క ముఖ్యసూత్రము. మాటలు, పాటలు మొదలైన వాటి వలన మైక్రోఫోనులో కలిగిన విద్యుత్ ప్రవాహములను వాల్వుల మూలముగా వృద్ధిచేసి, వాటివలన వాల్వు మూలముగా కల్పించిన విద్యుత్ స్పందనములలో మార్పులు కలిగించవచ్చును. శబ్దమువలన కలిగిన విద్యుత్ ప్రవాహములో సెకనుకు 100 మొదలు 10,000 వరకు కంపనములు ఉండును. రేడియో ప్రసారమునకు వాల్వు వలనకల్పించిన కంపనములు సెకనుకు సుమారు 10,00,000 నుండి 2,00,00,000 వరకు ఉండును. వాల్వువలన తయారైన తరంగములకు వాహన తరంగములు (కేరియర్ వేవ్స్) అనిపేరు. వాటిని వాహకములుగ ఉపయోగించి మాటలకు, పాటలకు సంబంధించిన మైక్రోఫోను వలన ఏర్పడిన తరంగములను కూడ జోడించి ప్రసరింప చేయవచ్చును. రేడియోగ్రాహకయంత్రమును వాహకతరంగములకు శ్రుతిచేసి వాహకతరంగములతోబాటు వచ్చిన శబ్దతరంగములను వేరుచేయవచ్చును. రేడియో ప్రసారమునకు ఉపయోగింపబడుతరంగములు మూడు భాగములుగ విభజింపబడినవి. 1. దీర్ఘ తరంగములు (లాంగ్ వేవ్స్): 10,000 నుండి 1000 మీటరులు; 2. మధ్యమతరంగములు (మీడియమ్ వేవ్స్) 500 - 200 మీటరులు ; 3. హ్రస్వతరంగములు (షార్ట్ వేవ్స్) 60 మీటరులకంటె తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యము కలవి. వీటిలో మొదటి తరగతివి ఇప్పుడు వాడుకలోలేవు. రేడియో ప్రారంభింపబడిన రోజులలో 1,000 మీటరులు మొదలు 10,000 మీటరుల వరకు పొడవుగల తరంగములు ఉపయోగములో ఉండెడివి. కాని క్రమముగా మధ్యమ తరంగముల వాడుక ఎక్కువ అయినది. విజయవాడ, తిరుచ్చి మొదలైన ప్రాంతీయ రేడియో కేంద్రములలో 200 మీటరులు మొదలు 500 మీటరులవరకు పొడవుగల తరంగములే రేడియో ప్రసారమునకు ఉపయోగింపబడుచున్నవి. హ్రస్వతరంగములు దూరప్రదేశములకు రేడియో ప్రసారముచేయుటకు ఉపయోగపడును. ఇట్టివి కూడ చాలవరకు అన్ని దేశములలోను వాడుకలో ఉన్నవి.

**రేడియోగ్రాహక యంత్రములు**: నేడు వాడుకలో ఉన్నవి. ముఖ్యముగా మూడు విధములగు రేడియో గ్రాహక యంత్రములు (రేడియో రిసీవర్స్): 1. స్ఫటిక గ్రాహకము (క్రిస్టల్ రిసీవర్); 2. వాల్వు రిసీవర్; 3. ట్రాన్సిస్టార్ రిసీవర్ (చూ. పు. ౩౬౩); వీటిలో మొదటిది సమీపమందున్న రేడియో ప్రసారములను మాత్రమే గ్రహించునది; రెండవది, ప్రపంచమందున్న దూరదేశముల ప్రసారములను కూడ గ్రహించుటకు వీలయినది. సాధారణముగా వాడుకలో నున్నవి వాల్వుగ్రాహకములే. అందువలన 'గ్రాహకము' అనగా 'వాల్వుగ్రాహకము' అనియే గ్రహించవలెను. మొదటితరగతి 'స్ఫటికగ్రాహకము' బడిపిల్లలకును, రేడియోయందు అభిరుచిగల వారికి మాత్రమే ఎక్కువ ఉపయోగపడును.

**స్ఫటికగ్రాహకము**: రేడియో తరంగములను ఆకాశకముద్వారా గ్రహించిన తరువాత వాహకతరంగముల నుండి శబ్దమునకు సంబంధించిన తరంగములను వేరుచేయుటకు 'ఉపలంభనము' (డిటెక్షన్) అనిపేరు. ఇదియే రేడియోగ్రాహక యంత్రములోని ముఖ్యమైన క్రియ. డయోడ్ వాల్వులోవలె విద్యుత్ప్రవాహము ఒకవైపు పోవునపుడు తక్కువ నిరోధమును, ఎదురువైపు పోవునపుడు ఎక్కువ నిరోధమును కల ఏ సాధనమైనను దీనికి ఉపయోగపడును.

16 వ పటములో చూపిన ప్రకారము ఆకాశకమును,

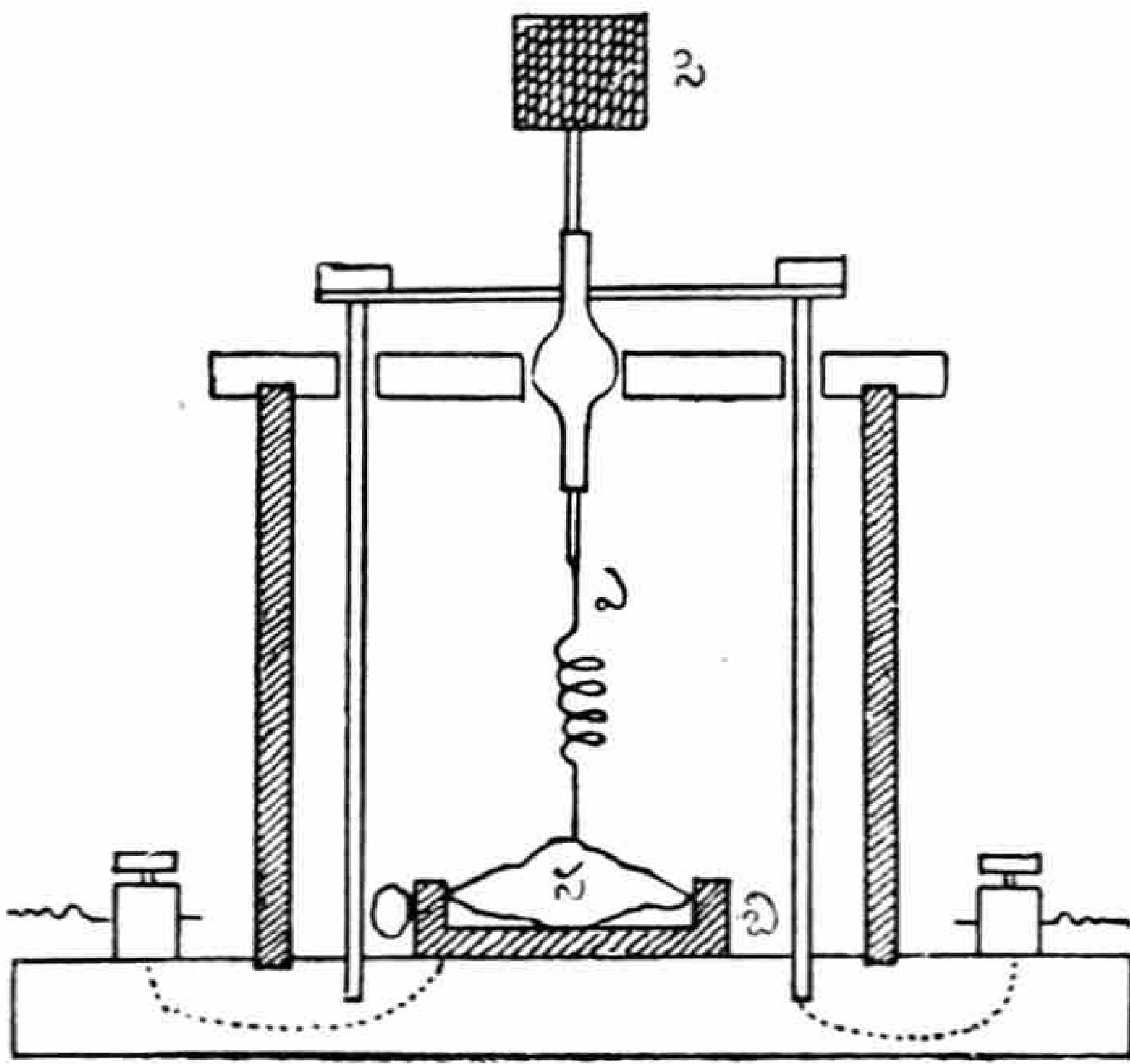


16 వ పటము : స్ఫటికగ్రాహకము (a)

భూమిలో పాతిన తీగయును, 'ల' అను తీగచుట్టకును, 'క$_1$' అను సంఘనకమునకును తగిల్చినట్టైన సంఘనకపు

రేకులను త్రిప్పి సంఘనకము యొక్క సామర్థ్యమును మార్చుటవలన రేడియోగ్రాహకమును వినదలచిన తరంగ ప్రసారమునకు శ్రుతిచేయవచ్చును. అట్లు చేయుటవలన తీగచుట్టలోని విద్యుత్ స్పందనములు వృద్ధిపొంది, దాని కొనలయందుండు శక్మలో ఎక్కువ మార్పులను కలుగ జేయును. డయోడ్ వాల్వులో వలెనే 16 వ పటములో చూపిన స్ఫటికములో 'ల' యొక్క శక్మ ధనమైనపుడు మాత్రమే విద్యుత్ ప్రవహించుటయు, ఋణమైనపుడు ప్రవాహము నిలచిపోవుటయు జరుగును. అందుకే స్ఫటిక మును చూపుటకు వేసినగుర్తులో విద్యుత్తు ఒకే దిక్కుగా ప్రవహించునట్లు ఉన్నది. తీగచుట్టలో శబ్దమునకు సంబంధించిన మార్పులు కలుగుట వలన ఆ ప్రవాహము మూలముగా టెలిఫోనులో శబ్దము వినబడును.

స్ఫటికగ్రాహకములో ఉపయోగపడుస్ఫటికములుచాల రకములు ఉన్నవి. కాని నేడు వాడుకలోనున్నవి జెర్మేనియమ్, సిలికన్, గెలీనా, కార్బరండమ్ మొదలైనవి. ఈ స్ఫటికములు ఒకవైపునకు ప్రవాహము పోవునపుడు ఎక్కువ నిరోధమును, ఇంకొకవైపునకు తక్కువనిరోధమును కలిగి ఉండును. 17 వ పటములో చూపినట్లు ధాతుగిన్నెలో స్ఫటికమును అమర్చి, దానిపై సూదిమొనగల తీగను




17 వ పటము : స్ఫటికగ్రాహకము (b)

తగులునట్లు చేసినచో తీగనుండి స్ఫటికమునకు పోవునంత సులభముగా స్ఫటికమునుండి తీగలోనికి విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అందువలన రేడియోప్రసారములోని శబ్దమునకు సంబంధించిన తరంగములను స్ఫటికమువలన వేరుపరచి టెలిఫోనుమూలముగా శబ్దమును వినవచ్చును. స్ఫటికములోనుండి తప్పించుకొనిపోయిన రేడియోస్పందనములు టెలిఫోనులో పోకుండుటకై సంఘనకమును అమర్చినచో గ్రాహకము బాగుగా పనిచేయును.

స్ఫటికగ్రాహకముతో రేడియోప్రసారమును గ్రహించునపుడు ప్రసారితమైన రేడియోతరంగములలోనున్న శక్తి వలనమాత్రమే టెలిఫోనులో శబ్దము పుట్టును. దీనిని వృద్ధి చేయుటకు విద్యుత్ఘటమూలను ఉపయోగించనక్కరలేదు. ఎత్తైన ఆకాశకమును, తేమగానుండు నేలలో పాతిన ధాతుకడ్డీని 'భూమి'గను ఉపయోగించినచో సుమారు పదిమైళ్ళ దూరమునుండికూడ స్ఫటికగ్రాహకముద్వారా రేడియోప్రసారమును వినవచ్చును. కాని దూరమునుండి వచ్చు ప్రసారములు స్ఫటికగ్రాహకములో శబ్దమును కలిగింపలేవు.

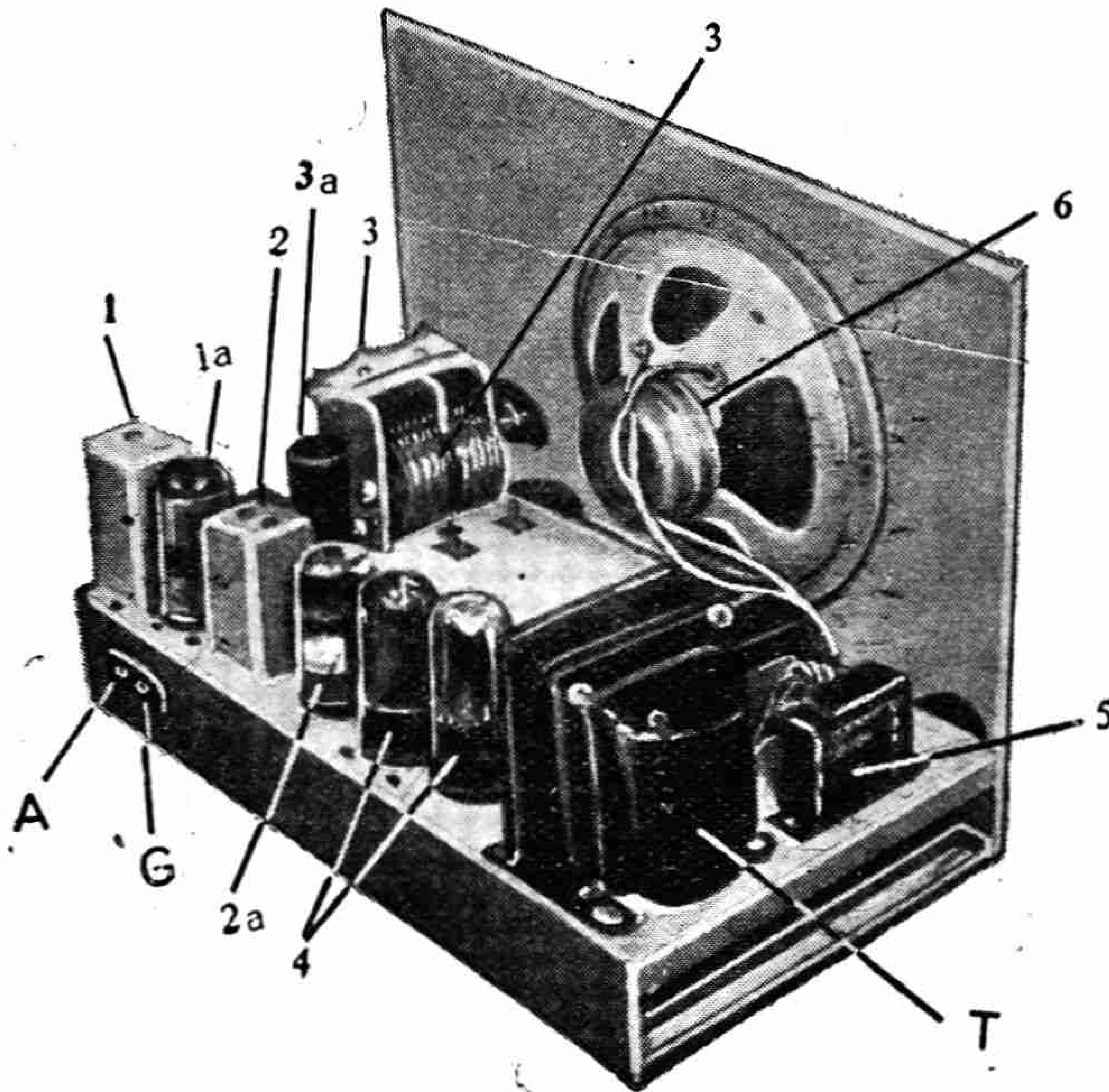
రేడియోగ్రాహకము (వాల్వురిసీవర్) : ఆకాశకములోని ప్రవాహమును వాల్వులసహాయమున వృద్ధిచేసి ఆ తరంగములనుండి శబ్దమును ఇచ్చు ప్రవాహమును వేరుచేసి, శబ్దజనకములైన ఆప్రవాహములను తిరిగి వృద్ధిచేయుసాధనమే వాల్వుగ్రాహకము. అటువంటిగ్రాహకముతో దూర దేశములనుండి వచ్చు వార్తలను, సంగీతము మొదలైన విశేషములను సులభముగా వినవచ్చును.

రేడియోగ్రాహకములో ముఖ్యముగా ఉండు నియంత్రకములు (కన్ట్రోల్స్) నాలుగు. 1. తరంగముల పరిమితిని మార్చుటకు మీట (వేవ్ బేండ్), 2. తరంగములను నిర్ణయించుటకు, అనగా శ్రుతిచేయుటకు త్రిప్పునది (ట్యూనింగ్), 3. శబ్దమును ఎక్కువ, తక్కువ చేయుటకు త్రిప్పునది-విస్తారకనియంత్రకము (వాల్యూమ్), 4. శబ్దములోని గుణమును మార్చునది - స్వరనియంత్రకము (టోన్ కన్ట్రోల్) ఈ నాల్గు నియంత్రకములును పనిచేయు విధమును పరిశీలింతము.

వేవ్ బేండ్ : తరంగములపొడవును మార్చుటకు తగిన వేరువేరు తీగచుట్టలను సంఘనకమునకును, ఆకాశకమునకును తగిలించుటకు మీటలు ఉండును. ఈ మీటలను త్రిప్పుటకు కల 'గుబ్బా' (నాబ్) మొదటిది. సాధారణముగా మూడు తరగతుల తరంగములకును సరిపడునట్లు ఒక్కొక్క దానికి ఒక్కొక్క తీగచుట్ట యుండును. సామాన్యతరంగములకు (500-200 మీటరులకు) ఒకటియు; 90-40 మీటరులకు ఒకటియు, 40-12 మీటరులకు ఇంకొకటియుఉండును. వినదలచిన ప్రసారమునకు తగినట్లు మీటను త్రిప్పి, తరువాత శ్రుతి చేసికొనవచ్చును.

శ్రుతి నియంత్రకము : ఆకాశకములోనుండు స్పందనములనుండి కావలసిన ప్రసారమునకు శ్రుతిచేసి, దానిని మాత్రమే గ్రహించుటకు శ్రుతిచేయుట (ట్యూనింగ్) అని పేరు. సంఘనకము (కండెన్సర్) యొక్క ప్రమాణమును మార్చుటవలన గ్రాహకమును వేర్వేరుతరంగములకు శ్రుతి

చేయవచ్చును. శ్రుతిగుబ్బా త్రిప్పునపుడు వేరువేరు ప్రసార కేంద్రముల పేర్లును, వాటినుండివచ్చు తరంగముల పొడవులును వ్రాసియుండు సూచీఫలకముపై ఒకసూచిక తిరుగుచుండును. ఆ ముల్లు మనకు కావలసిన స్థలమునకు రాగానే ఆప్రసారము వినబడును. కాని శబ్దము అధికతమము అగువరకును సంఘనకమును త్రిప్పవలెను. రేడియో ప్రసారమునకు సరిగా శ్రుతిచేయుటకు కొంత నేర్పును, శబ్దముయొక్క విశిష్టతను గుర్తింపగల జ్ఞానమును కావలయును. శబ్దము వినిపించినంత మాత్రముననే తృప్తి చెందక రేడియోను బాగుగా అనుభవించుటకు సరిగా శ్రుతి చేయుట నేర్చుకొనవలెను. ఇట్టి నేర్పులేనివారి కొరకై 'మాయ కన్ను' (మేజిక్ ఐ) అను ప్రత్యేక వాల్వు సాధనము కొన్ని రేడియో యంత్రములలో అమర్చబడియుండును. రేడియోను సరిగా శ్రుతిచేసినపుడు ఆ కంటిపాపలోని గీతలు దగ్గరకును, దూరమునకును కదలును. శబ్దమును విని సరిగా శ్రుతిచేయలేనివారు గీతలను చూచి అవి అతి సమీపముగా వచ్చువరకును సంఘనకమును త్రిప్పి, మన కంటిసహాయముతో శ్రుతిచేయవచ్చును.



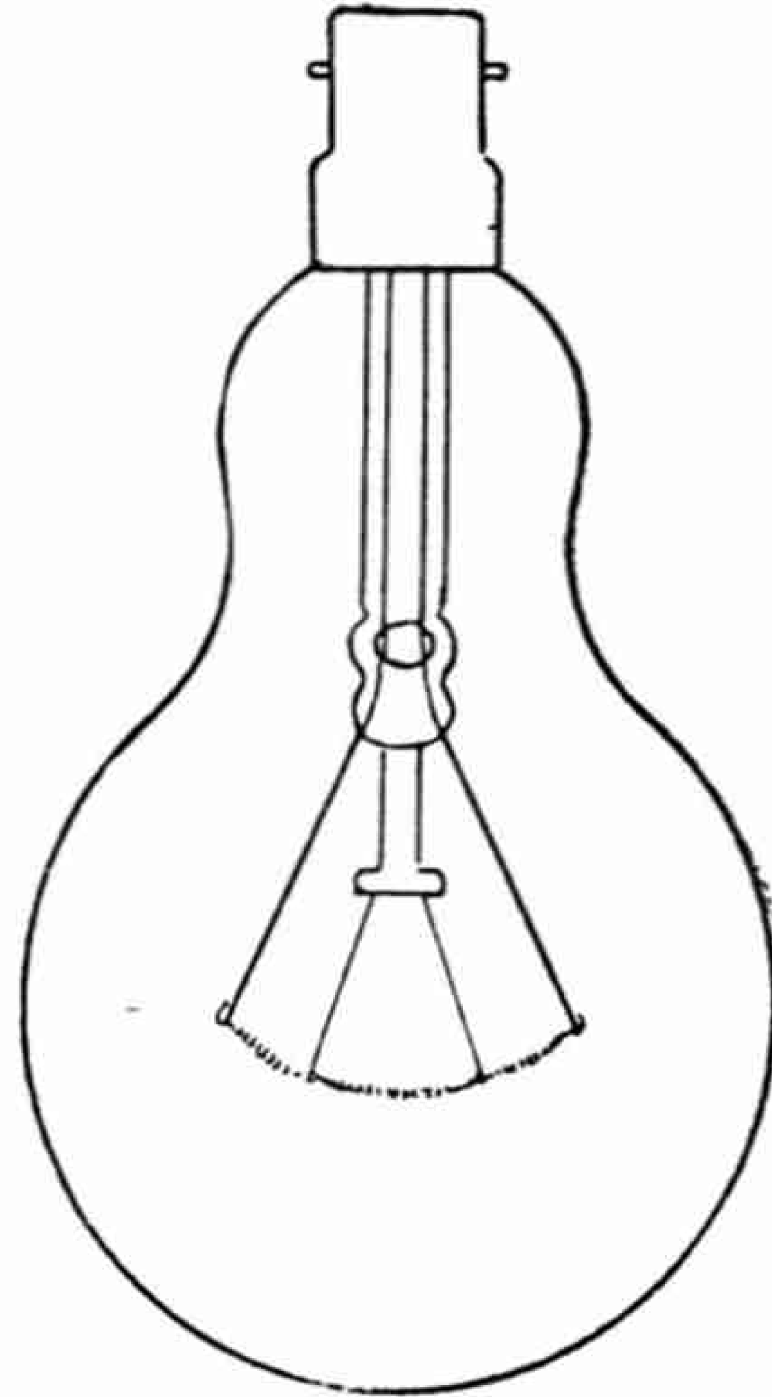

A: ఏరియల్ ; G: భూమి ; T: ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ (మెయిన్స్); 1: రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ కోయిల్ ; 1a: రెక్టిఫయర్ ; 2; ఇంటర్ మీడియేట్ ఫ్రీక్వెన్సీ కోయిల్ ; 2a: రేడియో ఫ్రీక్వెన్సీ వాల్వు ; 3: వేరియబుల్ కన్‌డెన్సర్ ; 3a: డిటెక్టర్ ; 4: ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ వాల్వులు ; 5: ఆడియో ఫ్రీక్వెన్సీ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ ; 6: లౌడ్‌స్పీకరు.

విస్తారక నియంత్రకము : రేడియోనుండి వెలువడు శబ్దమును ఎక్కువచేయుటకును, తగ్గించుటకును ఈ సాధనము ఉపయోగపడును. దీనిని శక్మమాపకము (పొటన్షియో మీటరు) అందురు. దీనితోనే రేడియోను పనిచేయుటకును, నిలుపుటకును వీలగునట్లు ఒక మీట అమర్చబడి ఉండును. శబ్దమహత్త్వమును మార్చు ఈనియంత్రకమును వెనుకవైపు పూర్తిగా త్రిప్పినపుడు గ్రాహకమునకు విద్యుత్ప్రవాహము నిలిచిపోవును. గ్రాహకము ఉపయోగించుటకు ఈమీటను వేసి కుడిచేతివైపు త్రిప్పగానే మీటపడును. వెంటనే రేడియోలోని దీపములును, వాల్వులును వెలుగును. శబ్దమును ఎక్కువచేయు నియంత్రకమును సగమువరకు త్రిప్పియుంచినపుడు శబ్దము ఇంపుగా ఉండును.

స్వర నియంత్రకము : రేడియో ప్రసార కేంద్రాలయములో జరిగిన సంగీతాది విశేషములు దూరము నుండి వచ్చుటవల్లను, రేడియో గ్రాహకములో జరుగు వివిధ క్రియల వల్లను సవ్యముగా వినబడక పోవచ్చును. ఒక్కొక్కప్పుడు హెచ్చు స్థాయి స్వరములుఎక్కువగను, తక్కువస్థాయి స్వరములు చాలతక్కువగను వినబడు చుండును. ఇంగ్లీషు మాటలలోని 'స' వినిపించినప్పుడు ఆ శబ్దము బుసకొట్టినట్లు కూడ తోచవచ్చును. ఇట్టి లోపములను సవరించుటకు, అనగా హెచ్చుస్థాయి స్వరముల శక్తిని తగ్గించి, తక్కువ స్థాయి స్వరముల శక్తిని ఎక్కువ చేయుటకు స్వరనియంత్రకసాధనము (టోన్‌కన్‌ట్రోల్) ఉపయోగపడును. ఇది గ్రాహకమునుండి వచ్చు శబ్దముయొక్క గుణమును కొంతవరకు మార్చగలదు. ఈ నియంత్రకము ఎడమచేతివైపునకు త్రిప్పియుంచినపుడు హెచ్చు స్థాయిస్వరము యొక్క శక్తి తగ్గును. శబ్దము ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు దీనిని ఉపయోగించినచో రేడియోలో వచ్చు విశేషములను వినుటకు వీలుపడును (చూ. ట్రాన్సిస్టార్ - పు. 353). టి. కృ. మూ.

**విద్యుత్ దీపములు - I :** ఇందు గోళ దీపముల గురించి చర్చింపబడును. ధాతుతంతులగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించినపుడు ఆతంతులు విద్యుత్ ప్రవాహమును నిరోధించును. ఈ నిరోధకసామర్థ్యము తంతి సన్నమైన కొలది హెచ్చుచుండును. ఈ నిరోధన ఫలముగ తంతి తాపక్రమము హెచ్చును. తీగ మిక్కిలి సన్నమైనపుడు

అది నిప్పువలె ఎఱ్ఱగ కాలి కణకణలాడునంతవరకు తాప క్రమము హెచ్చి కాంతిని చిమ్మును. ఈ విషయమే విద్యుత్ దీపముల యందు వాడుక చేయబడినది. విద్యుత్ దీపమనగా ఒక గాజు గోళమునందు ఇమిడ్చి, విద్యుత్ ప్రవాహముచే కాంతి ప్రసరించు వరకు వేడిచేయబడిన ధాతు తంతి. మొట్ట మొదట ఈ గాజు గోళములో కార్బన్ తో తయారైన తీగలను వాడెడివారు. నేడు సన్నని టంగ్‌స్టన్ తీగలను వాడుచున్నారు.


విద్యుత్‌దీపగోళము

టంగ్‌స్టన్ కార్బన్‌కన్న హెచ్చు నిరోధకశక్తి కలది. అందుచే తీగను ఉజ్జ్వలకాంతి ప్రసారకముగ ఉన్నతతాప క్రమములో వేడిచేయవచ్చును. టంగ్‌స్టన్‌ధాతు తీగ కూడ శూన్యావరణలో ఆవిరియై గోళముయొక్క గోడలను మలినముగ ఒనర్చును. ఈప్రమాదమును తొలగించుటకు ధాతువుపై రాసాయనిక చర్యలేని వాయువగు నైట్రోజన్‌ని వాడుకచేయుచుండెడివారు. 1893లో జడ వాయువులు (చూ. పు. 340) కనుగొనబడినవి. అందులో ఒకటగు 'ఆర్గాన్' విద్యుత్‌దీపగోళములను నింపుటకు నైట్రోజన్‌కన్న హెచ్చు ఉపయోగకరమని రుజువైనది. నైట్రోజన్ రాసాయనికముగ తటస్థగుణముగల ద్రవ్యమైనను, ఆర్గాన్‌కన్న హెచ్చుతాపవాహకముగ పనిచేసి తీగయొక్క వేడిమిని గోళముయొక్క ప్రక్కలకు,సులువుగ సంక్రమింపచేయును. అందుచే నైట్రోజన్ వాతావరణములో టంగ్‌స్టన్ తీగను, కాంతిని ప్రసరించునట్లుగ కాల్చవలెననినచో, విద్యుచ్ఛక్తి చాల నష్టమగుచుండెడిది. ఆర్గాన్ అట్లుకాక, తాపమునకు చాలమందమైన వాహకము. అందుచే తీగమీదనున్న వేడిమి గోళములయొక్క గోడలకు పోవుట చాల తగ్గును. ఈ విషయమును ఆలోచించియే నేడు హెచ్చువిలువగల గోళములందు ఆర్గాన్ పూరణముగ వాడుకచేయుదురు.

సాధారణముగ విద్యుత్‌దీపగోళములపై 15, 25, 40, 60 'వాట్టు'లను అంకెలు కనుచుందుము. ఏదేని విద్యుత్ దీపము ఒక నిర్దిష్టకాంతితీక్ష్ణతకు వేడెక్కునట్లు చేయుటకు ఖర్చగు విద్యుత్ కార్యశక్తి ఈ అంకెలచే గుర్తించబడును. విద్యుచ్ఛక్తిని కొలుచు యూనిట్ 'జౌల్'. ఒక కూలామ్ విద్యుత్‌రాశి ఒకవోల్టుప్రేషముక్రింద ప్రవహించునపుడు అది ప్రదర్శించు శక్తిని ఒక 'జౌల్' అని అందురు. సెకనుకు ఒక జౌల్ చొప్పున ఖర్చయిన ఆ విద్యుత్ కార్య శక్తికి ఒక 'వాట్టు' అని పేరు. ఏ. మా. శ.

**విద్యుత్‌దీపములు - II** (మర్క్యూరీ ఆర్క్‌లాంప్): ఇందు ఫిలమెంట్ లేని దీపములనుగూర్చి చర్చింపబడును. ఇది 3, 4 అడుగుల పొడవుగల గాలితీసివేసిన గొట్టము. ఇందు ఒక కొనను ఒక ధాతుఫలకము, రెండవవైపు కొంత పాదరసము ఉండును. చాపము పనిలో లేనప్పుడు పాదరసమున్నకొన క్రిందికి, ఫలకమున్నకొన మీదికి ఉండునట్లు ఫలకపుకొనవైపు రెండు ఎత్తైనకాళ్ళు ఉండును. దానిని వెలిగించవలెననిన విద్యుత్‌వలయములోనుండి పాదరసము గొట్టమంతటను పారునట్లు పల్లముగనున్నకొనను కొంచెము ఎత్తినచో రెండు ధ్రువములకును పాదరసముద్వారా సంపర్కము ఏర్పడును. వెంటనే ఎత్తినకొనను దించివేసిన పాదరసము ముక్కలై ఆ ముక్కలమధ్య విద్యుత్‌చాపములు ఏర్పడును. ఈ చాపతాపమునకు పాదరసము ఆవిరియై విద్యుత్‌ప్రవాహమును స్థిరముగ స్థాపించును. ఈ ఆవిరిగనున్న పాదరసపు కాంతియే పాదరసచాపము యొక్క కాంతి. ఈ కాంతియందు శోణకిరణములు లేవు. అందుచే ఆ కాంతిలో లోహితము, ఆకుపచ్చ కలిసి ఉండును. స్ఫటికశిల (క్వార్ట్జ్) తో నిర్మించిన గొట్టములు ఉపయోగించిన పాదరస చాపదీపముల నుండి అతి నీల లోహితకిరణములు ఎక్కువగా ప్రసారితమగును. అందుచే వీటిని క్రిమినివారణ (స్టెరిలైజింగ్)కై ఉపయోగింతురు.

రసోత్సర్గదీపము (మర్క్యూరీ డిస్చార్జి లాంప్): పై ఖండములో పేర్కొనిన ఈ పాదరసచాపదీపము నేడు పురాతనమైపోయినది. దాని స్థానమును రసోత్సర్గదీపము ఆక్రమించినది. ఇందులో గట్టిగాజుగొట్టమునందు అల్ప ప్రేషమునందున్న ఆర్గాన్, కొద్దిగా పాదరసము ఉండును. గొట్టపు రెండుకొనలందును రెండు విద్యుదగ్రములు ఉండును. ఈ గొట్టమును మరియొక గాజుగొట్టములో మూసి, ఆ రెండు గొట్టములమధ్యగల ప్రదేశమును నిర్వాతము ఒనర్తురు. అందుచే లోపలిగొట్టమందు ఏర్పడిన పాదరసబాష్పము తిరిగి ద్రవీభవించుటకు వీలులేని తాపములో ఉండును. రెండు విద్యుదగ్రముల మధ్యను విద్యుత్‌ప్రేషమును ఏర్పరచినపుడు అక్కడనున్న వాయువులు అయనీకరణమును పొంది గొట్టముగుండా ఒక విద్యుదగ్రమునుండి వేరొక విద్యుదగ్రమునకు విద్యుత్తు ప్రసరించుటచే దీపము వెలుగును.

స్ఫోరకదీపము (ఫ్లోరోసెంట్ లాంప్) : స్ఫోరక దీపము నందు ఒక పొడవైనగాజుగొట్టము రెండు చివరలందును చుట్ట చుట్టబడిన టంగ్‌స్టన్ తీగచుట్టలు అమర్చబడిఉండును. అవియే విద్యుదగ్రములు. ఈచుట్టలపై ఒక ప్రత్యేక ద్రవ్యము పూసియుండును. చుట్టలను వేడి చేసినపుడు ఎలక్ట్రాన్‌లను విసర్జించుసామర్థ్యము ఎక్కువచేయుటయే పై పూతయొక్క ప్రయోజనము. ఈచుట్టల చుట్టును సంరక్షించుచు అవసరములేని అయన్‌లను, ఎలక్ట్రాన్‌లను మ్రింగి వేయు ధనధ్రువములు ఉండును. ఇవి దృఢమైనతీగతో తయారుచేయబడినవి. గొట్టమునకు లోపలి తలమునకు స్ఫోరకద్రవ్యము పూసియుండును. ఆగొట్టమందు కొద్దిగా పాదరసమును, అల్పప్రేషమందున్న ఆర్గాన్ కూడ ఉండును. గొట్టమును విద్యుత్ వలయములోనుంచి మీటనొక్కగనే కొంతసేపటివరకు ఏకాంతియు గొట్టమునుండి బయలు దేరకపోవుట మనకు అనుభవమే. ఈ కాలములో తీగ చుట్టలగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి వాటిని వేడిచేయును. ఇందువలన ప్రతి విద్యుదగ్రముచుట్టును, ఒక ఎలక్ట్రాన్ ప్రాకారము ఏర్పడిన విద్యుత్‌ప్రవాహమును విచ్ఛిన్నము చేయును. దీనిఫలితముగ ఒకతృటిలో గొట్టపు రెండు కొనలనున్న విద్యుదగ్రములమధ్య అత్యధికశక్మల ఉత్సర్గ మొకటి స్థాపితమగును. దీనివలన విద్యుదగ్రములు వేడెక్కుట జరుగును. అనగా విద్యుత్‌ప్రవాహము జరుగు చున్నంతకాలము ఈ తీగచుట్టలు ఎలక్ట్రాన్‌ప్రవాహమును కలుగజేయుచునే ఉండును. గొట్టములో సంభవించు విద్యుదుత్సర్గ మూలమున పాదరసము ఆవిరియై, ఉత్తేజితమై వెలుతురును చిమ్మును. ఈ వెలుతురులో కంటి కగపడని అతినీలలోహిత కిరణములు ఎక్కువ. ఈ కిరణములు గొట్టపులోపలివైపు పూతగానున్న స్ఫోరక ద్రవ్యముపైబడి దానిని ఉత్తేజించును. ఇట్టి స్ఫోరకదీప మిచ్చు కాంతి పూతగా ఆచరించు స్ఫోరకద్రవ్యమును బట్టి ఉండును. ఇట్టివే అనేకరంగులు కల దీపములను మన మీనాడు చూచుచున్నాము.

త. స. స. మూ.

**విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - I** : విద్యుద్వాహకత; అయన్ సిద్ధాంతము (i) : విద్యుత్ ప్రవాహము విషయమై వివిధద్రవ్యములు వివిధరీతుల ప్రవర్తించును. గంధకము, రబ్బరువంటి వస్తువులు విద్యుత్ ప్రవాహమును తమ గుండా ప్రవహించనీయవు. అట్టి వాటికి అవిద్యుద్వాహకములని పేరు. ధాతువులు సాధారణముగా ఉత్తమ విద్యుద్వాహకములుగా ఆచరించును. అందువలన వస్తువులు విద్యుద్వాహకములు అగునవియు, కానివియు, వాటి స్వభావమునుపట్టి ఉండును; ఒకప్పుడు వాటిస్థితిని పట్టికూడ ఉండును. కర్రలనుండి లభ్యమగు బొగ్గు విద్యుద్వాహకముకాదు, కాని బొగ్గునకు రూపాంతరమైన గ్రాఫైట్ విద్యుద్వాహకముగా ఆచరించును. ఉప్పు ఘన స్థితిలో విద్యుద్వాహకము కాదు. వేడిచేసి ద్రవముగా కరగించినచో అది విద్యుద్వాహకము అగును. విద్యుత్తు ప్రవహించు కాలమునందు వాటిలో జరుగు మార్పులనుపట్టి విద్యుద్వాహకములను కూడ తరగతులుగా విభజించ వచ్చును.

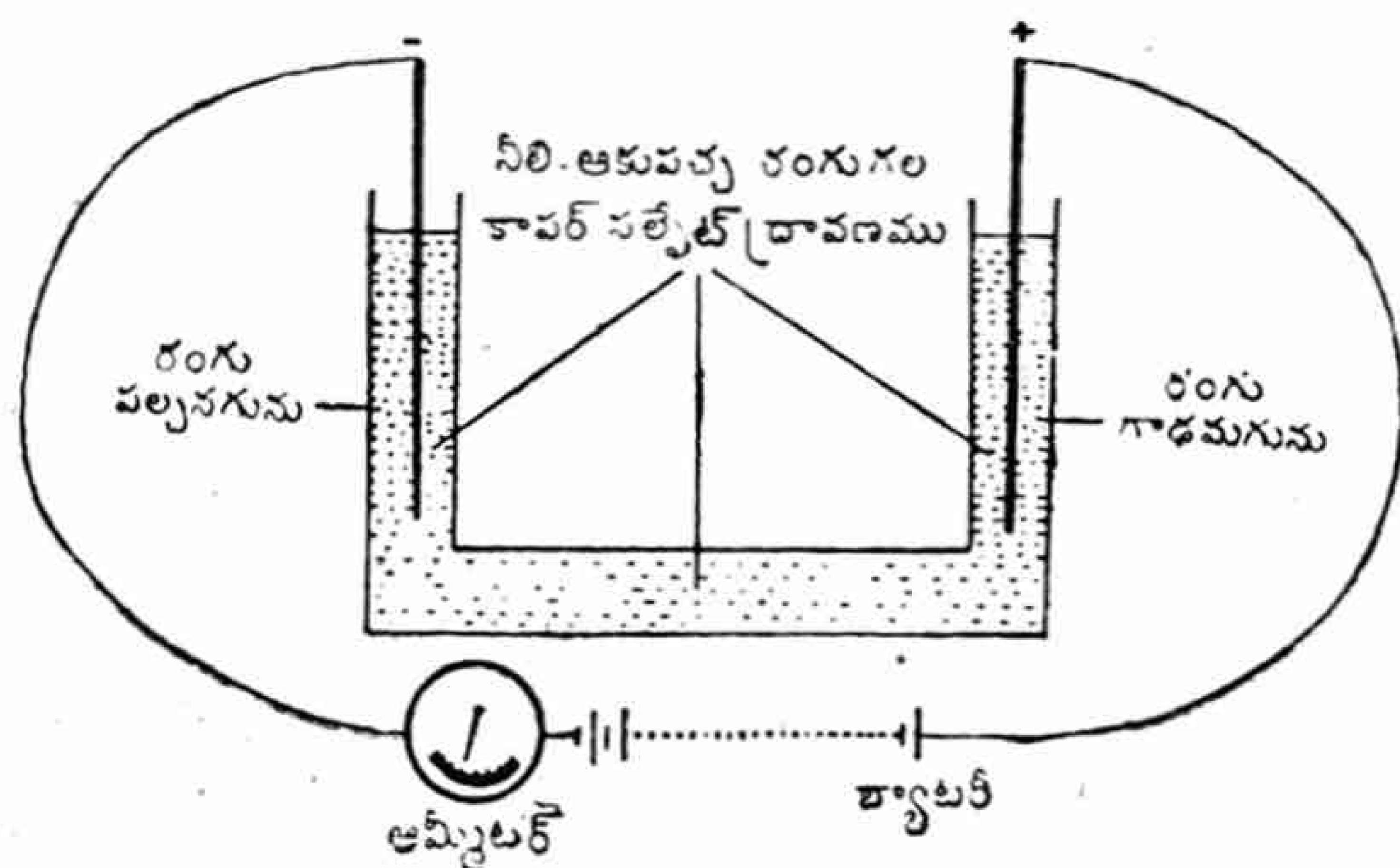
మొదటి తరగతి : ఇందులో ధాతువులు, ధాతుమిశ్రములు, గ్రాఫైట్, కొన్ని సూపర్ ఆక్సైడ్‌లు చేరియున్నవి. వీటిగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు వీటిద్రవ్యములో ఎలక్ట్రాన్‌లచలనముతక్క, ఇతర ద్రవ్యకణముల చలనము కాని, మరి ఏ ఇతరశాశ్వతమైన మార్పుగాని ఉండదు.

రెండవ తరగతి : ఈ తరగతికి చెందిన ద్రవ్యములలో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నంతకాలము విద్యుదావేశముతో కూడిన ద్రవ్యకణములయొక్క స్థానాంతర చలనమేకాక శాశ్వతమైన రాసాయనికపు మార్పులుకూడ సంభవించును. తాపముచే ద్రవీభవింపబడిన లవణములు, లవణముల, క్షారముల, ఆమ్లముల జలద్రావణములు ఈ తరగతి లోనివి.

మూడవ తరగతి : ఈ తరగతి ద్రవ్యములలో విద్యుత్ ప్రవాహకారణముగా ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనమేకాక ఆవిష్ట ద్రవ్యకణముల స్థానాంతర చలనముకూడ ఉండును. అనగా ఈ తరగతి ద్రవ్యములు, పై రెండు తరగతులకు చెందిన ద్రవ్యములు విద్యుత్‌ప్రవాహకాలమందు చూపు లక్షణములను కనపర్చును. ఒత్తిడి బొత్తిగా తగ్గించిన వాయువులు ఈ తరగతికి చెందినవి. రెండవ తరగతికి చెందిన ద్రవ్యముల విద్యుద్వాహకత రాసాయనికుని ప్రధానమైన అనుశీలన విషయము. అందువలన ఈ ప్రకరణములో అట్టి ద్రవ్యముల ప్రవర్తనయే పరిశీలించబడును.

నవీనసిద్ధాంతప్రకారము రాగితీగలోని విద్యుత్‌ప్రవాహము, తీగ ఒక కొననుండి మరియొక కొనకు జరుగు ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహమేకాని తీగలోని రాగిపరమాణువుల స్థానమందు మార్పుండదు. ద్రావణములలో అట్లుగాక, ఒక స్థానమునుండి మరియొక స్థానమునకు ద్రవ్యకణములు కదలును. ఈ కదలుటను సులభముగా ప్రయోగముచే చూపవచ్చును. కాపర్ సల్ఫేట్ (మైలతుత్తము) జల ద్రావణములో బ్యాటరీయొక్క రెండువిద్యుదగ్రములను వేరువేరుగా ఉంచినచో ద్రావణముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నట్లు, ద్రావణమునకు వెలుపల విద్యుత్ వలయములోనుంచిన అమ్మీటర్ సూచించును. విద్యుత్తును

కొంతసేపు ప్రవహించనిచ్చినచో, ద్రావణము యొక్క నీలి ఆకుపచ్చరంగు ఒక విద్యుదగ్రమువద్ద గాఢమగుటయు,




విద్యుద్వాహకద్రవ్యము యొక్క స్థానాంతరచలనము

ఇంకొకదానివద్ద పలుచబడుటయు చూడనగును. ఒక విద్యుదగ్రమువద్ద రాగి అయన్ రూపమున ద్రావణములో ప్రవేశించి ఆభాగము యొక్క రంగు గాఢమగును. రెండవ దానిపై ద్రావణమునుండి రాగి అవక్షేపముగా వేరై రంగు పలుచబడును. ద్రవ్యము స్థానాంతరమునుచెందు ఇట్టి విద్యుద్వాహక ప్రక్రియకు విద్యుద్విశ్లేష్యవహనము (ఎలక్ట్రోలిటిక్ కన్‌డక్షన్) అని పేరు.

సాధారణముగా విద్యుద్వాహకముగా ఆచరించు ఏ వస్తువునైనను పై రెండు తరగతులలో ఒకదానియందు సంశయము లేకుండ చేర్చవచ్చును. కాని ద్రవీభూత అమోనియా ద్రావ్యములో విలీనమైయున్న సోడియమ్ వంటి వ్యవస్థలలో విద్యుత్ వహనము ధాతువహనమనిగాని విద్యుత్ విశ్లేష్య వహనమనిగాని నిష్కర్షగా చెప్పుటకు వీలులేదు. ఏలన ద్రావణములో సోడియమ్ ధాతువు యొక్క సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది, విద్యుత్ విశ్లేష్య వహనము క్రమముగా ధాతువహనముగా మారును.

విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణముల విద్యుత్ వహనమును, విద్యుత్ప్రవాహ కాలమందు విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములలో సంభవించు మార్పులను సవిస్తరముగా పరిశీలించి వాటిని నియమబద్ధముగా (1832-33) ఒనర్చినవాడు ఫారడే.

ధాతువహనమునకు అన్వయించు ఓమ్ నియమము (చూ. పు. 236) విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణముల విద్యుత్ వహనమునకుకూడ వర్తించుననువిషయము 18 వ శతాబ్దాంతమున తెలిసినది. ఏ విద్యుద్వాహకమైనను విద్యుత్ప్రవాహమునకు కొంత నిరోధమును కలిగించును. ఈ నిరోధము విద్యుద్వాహకము గుండా విద్యుత్ ప్రవాహమును నెలకొల్పు విద్యుచ్చాలక బలము వాహకముగుండా ప్రవహించు విద్యుత్ప్రవాహ తీక్ష్ణత, ఈ రెండిటి నిష్పత్తికి సమానముగా ఉండునని ఓమ్‌నియమము సూచించును. విద్యుచ్చాలకబలము (E) ను వోల్టులలోను, ప్రవాహ తీక్ష్ణత (I) ను ఆంపియర్‌లలోను, నిరోధము (R) ను ఓమ్‌లలోను తెలియజేయుదురు. ఈ చిహ్నాలను ఉపయోగించి ఓమ్‌నియమమును $R = \frac{E}{I}$....(1) అను సమీకరణముచే తెలియజేయవచ్చును. కొంచెము మార్చి ఓమ్‌నియమమును $I = \frac{E}{R}$.... (2) అని వ్రాయవచ్చును. విద్యుచ్చాలకబలము యొక్క విలువ ఒకవోల్టు అయినప్పుడు పై సమీకరణము $I = \frac{1}{R}$..........(3) అగును.

అనగా విద్యుచ్చాలకబలము ఒకటికి సమముగా ఉన్న పరిస్థితులలో ప్రవాహతీక్ష్ణత $\frac{1}{R}$కు సమమగును. నిరోధము R ను తెలుపుసంఖ్య యొక్క వ్యుత్క్రమ సంఖ్యను అనగా $\frac{1}{R}$ ను వాహకత (కన్‌డక్టెన్స్) అని వ్యవహరింతురు. విద్యుచ్చాలక బలము యొక్క విలువను ఒకటికి సమముగా గ్రహించిన పరిస్థితులలో 3 వ సమీకరణమును బట్టి ప్రవాహ తీక్ష్ణత (I) ను, వాహకత $\frac{1}{R}$ నుఒకే యూనిట్‌లో తెలియపరచవచ్చును. నిరోధము (R) ను ఓమ్‌లలో తెలియజేయుట రివాజు గనుక వాహకత 1/R ను వ్యుత్క్రమ (రెసిప్రోకల్) ఓమ్‌లలో తెలియజేయుట సంప్రదాయము 'ఓమ్' అను ఇంగ్లీషుమాట 'Ohm' అని వ్రాయుదురు గనుక వ్యుత్క్రమ ఓమ్‌ను 'mho' అని వ్రాయుట పరిపాటి అయినది. 'mho' అను గురుతును నోటితో వ్యుత్క్రమ ఓమ్‌లు అని పలుకుదురు.

ధాతువు యొక్కగాని, ద్రావణము యొక్క గాని విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుటలో విద్యుత్ నిరోధమును ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయించి $I = 1/R$............(4) అను సమీకరణముచే విద్యుద్వాహకతను లెక్కింతురు. దీనికి కారణమేమన విద్యుద్వాహకమునకు విద్యుద్వాహకతకన్న విద్యుత్ నిరోధము విశిష్టతరమైన లక్షణము. ఏలన వినియోగించబడిన విద్యుచ్చాలకబలము (E) యొక్క పరిమాణమునుపట్టి విద్యుద్వాహకత మారును. విద్యుచ్చాలకబలము (E) ఎక్కువగుకొలది విద్యుద్వాహకతకూడ ఎక్కువగుచుండును. అట్లుగాక తాపక్రమము స్థిరముగా ఉన్నంతసేపు తక్కిన పరిస్థితులు ఎట్లుమారినను విద్యుత్ నిరోధము మారదు.

వస్తువుయొక్క విద్యుత్‌నిరోధము, దాని పొడవు ఎక్కువయైన ఎక్కువ అగును; వైశాల్యము ఎక్కువయైన తగ్గిపోవును. బీజగణిత పరిభాషలో విద్యుత్‌నిరోధము, పొడవునకు అనులోమముగాను, వైశాల్యమునకు విలోమముగాను మారును. *

ధాతువుల విశిష్టవాహకతకు, ద్రావణముల (ముఖ్యముగా జలద్రావణముల) విశిష్టవాహకతకు ఒక ప్రధాన వ్యత్యాసము కలదు. విద్యుదగ్రములకు మధ్య ఒక ఘన సెంటీమీటరు ధాతువునుంచి దాని వాహకత కనుగొను ప్రయోగములో ధాతువులోనున్న ద్రవ్యమంతయు విద్యుత్‌వహనమందు పాల్గొనును. ద్రావణము విషయములో ఆ ఘనసెంటీమీటరులోనున్న ద్రవ్యమంతయు విద్యుత్‌వహనకార్యమందు పాల్గొనదు. జలద్రావణము లందు జలము ఉదాసీనముగా ఉండును. ద్రావణములో ఉన్న అయన్‌లే విద్యుత్‌వహనమును నిర్వహించును. అందువలన ద్రావణముల విద్యుత్‌వహన ధర్మమును లెక్కించుటలో ద్రావణమందు విలీనమైయున్న విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యముయొక్క సాంద్రతను లెక్కలోనికి తీసికొనవలెను. ఆ కారణమున ద్రావణముల విషయములో విశిష్టవిద్యుత్‌వాహకతకన్న వాటి తుల్యభారవాహకత, లేదా వాటి అణుభారవాహకత హెచ్చుప్రాముఖ్యమును వహించును.

తుల్యభారవాహకత అనగా, ద్రావణముయొక్క విశిష్టవాహకతను తుల్యభారము ద్రావ్యముకల ద్రావణ ఆయతనముచే గుణించగా వచ్చిన ఫలము. విశిష్టవాహకతకు $K$ అని గురుతు. తుల్యభారవాహకతకు $\Lambda$ అని గుర్తు. ఈ గుర్తులను ఉపయోగించి $\Lambda = K \times V_e$ అను సమీకరణముచే పై తుల్యభారవాహకతను నిర్వచించవచ్చును. ఇచ్చట $V_e$ అనునది ఒకతుల్యభారము (e) గల ద్రావణ ఆయతనము (ఘనసెంటిమీటరులలో).

* పొడవును $l$ చేత, వైశాల్యమును A చేత గుర్తించినచో $R \propto \frac{l}{A}$ ....(5) లేదా $R = R\frac{l}{A}$ ........(6) అను సమీకరణముచే పై నియమమును సూత్రీకరించవచ్చును. R స్థిరాంకము.

$l$, A రాశులకు యూనిట్ విలువలను ఇచ్చినచో $R = R\ 1/1$ అగును, అప్పుడు R అనునది ఒకసెంటీమీటరు పొడవు, ఒక చదరపు సెంటీమీటరు వైశాల్యము, లేదా ఒక ఘనసెంటీమీటరు ఆయతనముగల వస్తువుయొక్క నిరోధము అగును. దీనికి విశిష్ట నిరోధము (స్పెసిఫిక్ రెసిస్టెన్స్) అనిపేరు. దీని వ్యుత్క్రమ మూల్యమునకు విశిష్టవాహకత అనిపేరు. దీనిని పైనిచెప్పినట్లు వ్యుత్క్రమఓమ్‌లలో నిరూపింతురు. K అనునది దీనిగురుతు.

ఇటులనే అణువాహకతను కూడ నిర్వచించవచ్చును.

$\mu = K \times V_m$

ఇచ్చట $\mu$ అణువాహకత; $K$ ద్రావణము యొక్క విశిష్ట వాహకత; $V_m$ అణుభారము ద్రావ్యముగల ద్రావణఆయతనము (ఘనసెంటీమీటరులలో):

విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుట: విద్యుద్వాహకతను లెక్కించుటకు పూర్వము ప్రయోగముచే నిర్ణయించబడునది విద్యుద్వాహకముల నిరోధమని ఇదివరకే చెప్పియుంటిమి. వ్యవహారములో సరిగా ఒక ఘనసెంటీమీటరు ద్రావణము యొక్క నిరోధము నిర్ణయించుట పొసగదు. అనువైన ద్రావణాయతనమును గ్రహించి దానిని ఒకపాత్రలో విద్యుదగ్రములమధ్య పెట్టి ద్రావణనిరోధమును ప్రయోగముచే నిర్ణయింతురు.

ద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధము $R$, విద్యుదగ్రముల మధ్యదూరము $l$, వాటివైశాల్యము A, అగుపరిస్థితులలో ప్రయోగమందు దృష్టమగునిరోధము $R = R\frac{l}{A}$ అగును. దీనినుండి $R$ ను సాధించినచో $R = \frac{RA}{l}$ .... (7) అగును.

ఈవిధానమున R ను యథార్థముగా నిర్ణయించుటకు, విద్యుదగ్రములమధ్యదూరము ($l$) ను, వాటివైశాల్యము (A) ను కచ్చితముగా కొలువవలయును. ఇట్టికొలత ప్రతి ప్రయోగమునందును నిర్వహించుట అనవసరము. అందువలన ప్రారంభమున $l$, A ల కొలతలు తెలిసిన విద్యుదగ్రములమధ్య, నియతసాంద్రతగల విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణమును ఒకదానినుంచి R (నిరోధము) ను ప్రయోగపూర్వకముగా నిర్ణయింతురు. దీనిని ఇప్పుడు $R = R\frac{l}{A}$ అను సమీకరణమున ప్రవేశపెట్టినచో R యొక్కయు, $\frac{l}{A}$ నిష్పత్తియొక్కయు, విలువలు తెలుసును గనుక R యొక్క వలువను లెక్కకట్టవచ్చును.

నియతసాంద్రతగల ఒక ద్రావణము యొక్క విశిష్ట నిరోధము R తెలిసినతరువాత, ఆద్రావణమును ఉపయోగించి ఏవిద్యుత్‌ఘటమునందైనను విద్యుదగ్రముల మధ్య దూరమునకు, వాటివైశాల్యమునకు గల నిష్పత్తి $\frac{l}{A}$ ను లెక్కకట్టవచ్చును. ఆద్రావణముయొక్క నిరోధను R ను ప్రయోగముచే కనుగొని, $R = R\frac{l}{A}$ అను 6 వ సమీకరణములో ప్రయోగమువలన లబ్ధమైన R విలువనుండి,

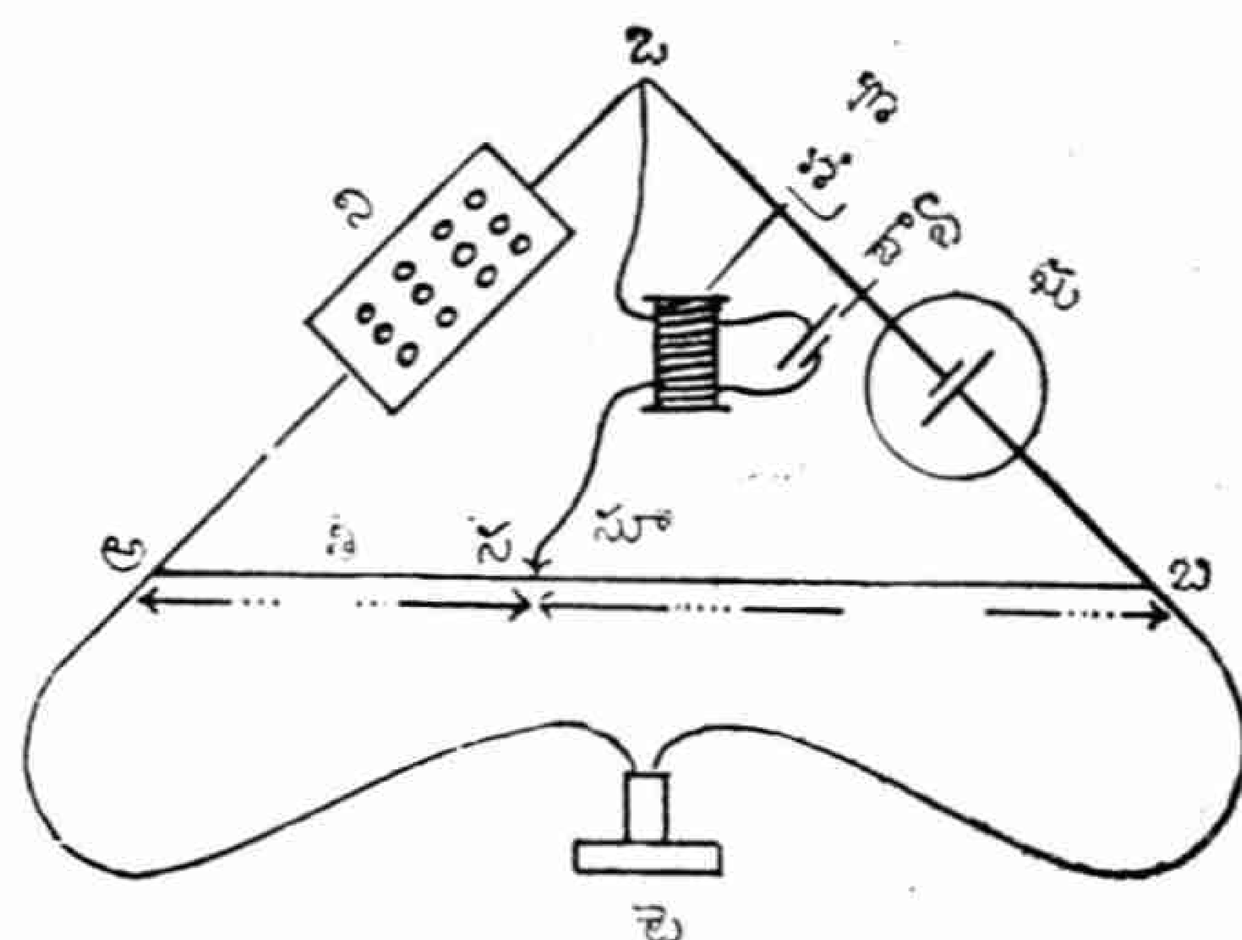
$R$ ఇదివరకే తెలుసును కనుక, $\frac{l}{A}$ ను లెక్కించవచ్చును. ఈనిష్పత్తికి N అనునది ప్రత్యేకచిహ్నము. $\frac{l}{A} = N$ దీనికి ఘటస్థిరాంకము (సెల్ కాన్‌స్టెంట్) అని పేరు.

ఒక ద్రావణముయొక్క విశిష్టవాహకతను అనగా దాని విశిష్టనిరోధమును కనుగొనుటకు పూర్వము ఆప్రయోగమందు పరికరముగా వాడుకచేయు ఘటముయొక్క స్థిరాంకమును ముందుగా గణించవలెను. ఈస్థిరాంకమును ఉపయోగించి, ఆఘటమునందుంచిన ఏద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధమునైనను $R = R \times \frac{l}{A} = R \times N$ అను సమీకరణముచే లెక్కించవచ్చును. ఇచ్చట R ప్రయోగ లబ్ధము, N విలువ మునుపే తెలుసును; అందువలన $R$ ను లెక్కించవచ్చును.

నిరోధ నిర్ణయము-ప్రయోగము : విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావణముయొక్క నిరోధమును ధాతువుల నిరోధమును నిర్ణయించుటకు వాడుకలోనున్న వ్హీట్‌స్టన్ బ్రిడ్జి విధానముచేతనే నిర్ణయించవచ్చును. కాని అక్కడ ఉపయుక్తమైన ఋజువిద్యుత్తు ఇక్కడ పనికిరాదు. ఏలన ద్రావణముగుండా ఋజువిద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు అందుంచిన విద్యుదగ్రముల ధన, ఋణచిహ్నములు తారుమారగుటవలన ద్రావణముయొక్క నిరోధము దానికి సహజముగానున్న దానికన్న ఎక్కువగును. ఈప్రక్రియను ధ్రువనమనియందురు (చూ. ధ్రువీకరణము - పు. 428). ధ్రువనమువలన కలిగిన నిరోధమును ప్రయోగమువలన నిశితముగా కనుగొనుటకు వీలుపడదు. అందువలన ధ్రువనము జరుగకుండ చేయు మార్గమును ఉపయోగించి ద్రావణనిరోధమును నిర్ణయించవచ్చును. విద్యుత్ ప్రవాహారంభమున (జలద్రావణముల విషయములో) ఋణవిద్యుదగ్రముపై హైడ్రోజన్‌యు, ధనవిద్యుదగ్రముపై ఆక్సిజన్‌యు పొరలుగా ఏర్పడి ఆ అగ్రముల చిహ్నములను మార్చి ధ్రువనమును కలుగజేయును. ఋజువిద్యుత్తునకు బదులు ఆవర్తి విద్యుత్తును ఉపయోగించినచో అగ్రముల చిహ్నములు వడిగా సెకనుకు నూరు పర్యాయములైన మారుటవలన హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులు అగ్రములపై జేరుటకు అవకాశము లభించదు. ఒకవేళ ఒకక్షణములో కొంచెము హైడ్రోజన్ ఋణాగ్రముపైనను, కొంచెము ఆక్సిజన్ ధనాగ్రముపైనను చేరినను మరుసటిక్షణములో విద్యుత్‌ప్రవాహదిశ వ్యత్యస్తమగుటచే హైడ్రోజన్ పొరమీద ఆక్సిజన్, ఆక్సిజన్ పొరమీద హైడ్రోజన్ చేరును. అగ్రములు ప్లాటినమ్ ధాతువుచే నిర్మింపబడి యుండుటచే వాటిమీద చేరిన హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయుమిశ్రము ప్లాటినమ్ ధాతువుయొక్క ప్రేరణప్రభావమున రాసాయనికముగా సంయోగించి నీరు ఏర్పడును. ఇట్లు ఆపొరలు ప్రతిక్షణమును నశించుటవలన అగ్రముల ధ్రువనమునకు అవకాశములేదు. అందువలన ద్రావణముగుండా విద్యుత్‌ప్రవాహము ధ్రువనకారణమున జనించు నిరోధము నకు గురికాకుండ ప్రవహించును.

ఆవర్తివిద్యుత్‌ప్రవాహమును చిన్న ప్రరోచనవేష్టనము (ఇన్‌డక్షన్ కోయిల్) యొక్క ద్వితీయవేష్టనపు చివరల నుండి సంపాదించ వచ్చును (చూ. ప్రరోచనవేష్టనము - పు. 489).

ఆవర్తివిద్యుత్తు విషయమున వలయములో విద్యుత్తు ప్రవహించు చున్నదియు, లేనిదియు నిశ్చయించుటకు ఋజువిద్యుత్‌విధానమందు వాడుకలోనున్న గాల్వనీమీటరు ఇక్కడ పనికిరాదు. అందుచే ప్రవాహ సూచకముగా గాల్వనీ మీటరునకు బదులు టెలిఫోనును ఉపయోగించుదురు. వలయములో విద్యుత్‌ప్రవాహము ఉన్నంతసేపు టెలిఫోనులో ధ్వని వినబడును. ప్రవాహము లేనిపరిస్థితిలో ఆధ్వని మందగించి కనిష్ఠ తీక్ష్ణతను కలిగి యుండును. ప్రయోగ పరికరసన్నివేశమును 1 వ పటమున చూడనగును. దీనికి కోల్‌రాష్ పరికరమని పేరు.

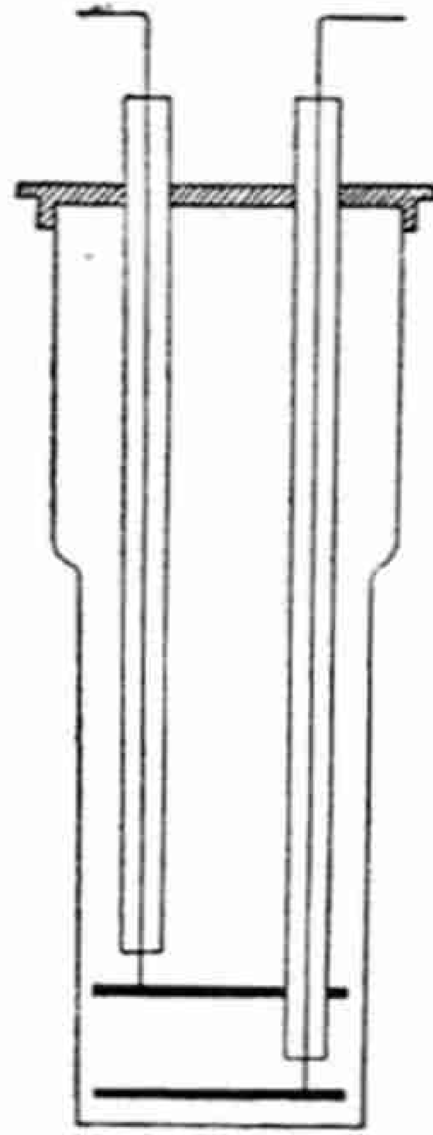



**1 వ పటము** : కోల్‌రాష్ పరికరము

'అబ' అనునది నికెల్ ధాతువుచేగాని, కాన్‌స్టంటాన్ ధాతు మిశ్రముచేగాని చేయబడిన తీగ. ఈ తీగ పొడవంతటను సమసాంద్రతకలిగి ఉండవలెను. అట్లు లేనిచో ముందుగా దాని ఏయేభాగములు ఎంతెంత నిరోధమును కలిగి యుండునో ప్రయోగము వలన నిశ్చయించుకొనవలెను. ఈ తీగ 'అఒబ' అను విద్యుత్ వలయ త్రిభుజమునకు ఆధారభుజముగా ఉన్నది. తక్కిన రెండు భుజములలో ఎడమవైపునున్న దానిలో తెలిసిన మూల్యములుగల నిరోధములున్న పేటిక (ని) యును, కుడివైపు

నున్న దానిలో నిరోధము నిర్ణయించవలసిన ద్రావణముతో నింపిన విద్యుత్‌ఘటము (ఘ) యును అమర్చబడియున్నవి. రెండుగీతలచే 1 వ పటములో సూచించబడిన ఘటము యొక్క వాస్తవిక ఆకారము 2 వ పటములో చూపినట్లుండును.

'అబ' అను తీగపై 'సూ' అను సూచిని ఇటు అటు జరుపుటకు ఒక ఏర్పాటు కలదు. దానిని క్రిందికి నొక్కినపుడుగాని సూచి తీగను తాకదు. ప్రయోగసమయమున 'బ్యా' అను బ్యాటరీతో ప్రరోచనవేష్టన ప్రథమవేష్టనమును కలుపుదురు. ప్రరోచనవేష్టనముయొక్క ద్వితీయవేష్టనపు చివరలలో ఒకటి వలయ త్రిభుజము యొక్క శీర్షబిందువగు 'ఒ' తోను, రెండవచివర సూచి (సూ) తోను కలుపబడి ఉన్నది, నిరోధపేటికలలో నున్న నిరోధములయొక్క ఉచిత సంపుటిని విద్యుత్ వలయములో ప్రవేశపెట్టి సూచిని తీగపై ఇటునటు కదలించుటవలన తీగపై 'స' అను ఒక నియతబిందువువద్ద టెలిఫోనులో ధ్వని కనిష్ఠతీక్ష్ణతను కలిగిఉన్న దనుకొందము. అట్టి పరిస్థితిలో టెలిఫోను రెండు చివరలతో కలిసిఉన్న 'అబ' అను రెండు బిందువులును సమానమైన విద్యుత్ ప్రేషమును కలిగియున్నవై ఉండును. అనగా 'అ', 'బ'ల మధ్య విద్యుత్‌ప్రవాహము ఉండదన్నమాట. 'అ', 'బ'ల మధ్య విద్యుత్ ప్రేషము ఉండక పోవుటకు కారణము క్రింది విధమున బోధపర్చుకొన వచ్చును. సూచి తీగను తాకియున్న స్థితిలో విద్యుత్ ప్రవాహము 'సఒబ' అను మార్గములోను, 'సఒఅ' అను మార్గములోను విరుద్ధ దిశలలో ప్రవహించుచున్నదని ముందుపుటలో నున్న 1 వ పటమువలన తెల్లమగును. ఈ రెండువిరుద్ధదిశలలో ప్రవహించు విద్యుత్‌ప్రవాహము 'అ', 'బ'ల వద్ద సమవిద్యుత్‌ప్రేషస్థితికి వచ్చినదన్నమాట. 'అ', 'బ'ల మధ్య ప్రేషవ్యత్యాసము లేకపోవుటచే ప్రవాహముకూడ గోచరించదు.



2 వ పటము

'అ', 'బ' బిందువులుఇట్లు సమప్రేషబిందువులు (ఈక్విపొటెన్షియల్ పోయింట్స్) అయినస్థితిలో 'అస', 'సబ' అను తీగభాగముల యొక్క నిరోధములనిష్పత్తి, పేటికలో నుండి వలయములోనికి ప్రవేశపెట్టిననిరోధము, ఎదురు భుజములోనున్న ఘటము యొక్కనిరోధము, ఈ రెండిటి నిష్పత్తికిని సమానముగా ఉండును. నిరోధమును R చే గుర్తించి పైనిష్పత్తుల సమతాస్థితిని క్రింది విధమున నిరూపించవచ్చును:

$$\frac{R_{\text{పేటిక}}}{R_{\text{ఘటము}}} = \frac{R_{\text{అస}}}{R_{\text{సబ}}}$$

'అస', 'సబ', ఖండములను మీటరుస్కేలుతో కొలుచుటవలన వాటిపొడవులు మనకు తెలియును. తీగఅంతయును సమసాంద్రముగానున్నపుడు, తీగఖండముల ప్రత్యేకనిరోధములు వాటి పొడవుల నిష్పత్తిలో ఉండును. అందువలన '$R_{\text{అస}}$' కు బదులు 'అస' పొడవును, అట్లే '$R_{\text{సబ}}$' కు బదులు 'సబ' పొడవును సమీకరణములో ఉంచి ఇట్లు వ్రాయవచ్చును:

$$\frac{R_{\text{పేటిక}}}{R_{\text{ఘటము}}} = \frac{\text{అస}}{\text{సబ}}$$

ఈ సమీకరణములో ఒక్క $R_{\text{ఘటము}}$ తక్క తక్కినవి అన్నియు తెలిసిన విలువలే. అందువలన పై సమీకరణమునుండి $R_{\text{ఘటము}}$ ను సాధించినచో $R_{\text{ఘటము}} = \frac{R_{\text{పేటిక}} \times \text{సబ}}{\text{అస}}$ అగును. ఇట్లీప్రయోగము వలన మనకు సిద్ధించునది ద్రావణముయొక్క నిరోధము. దీనినుండి ద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధమును గణించవలెనన్న, ఈ నిరోధమును ఘటస్థిరాంకముచే భాగించవలెను :

$$R = \frac{R}{N}$$

ఇట్లు లభించిన $R$ (విశిష్టనిరోధము) యొక్క వ్యుత్క్రమ సంఖ్య విశిష్టవిద్యుద్వాహకత $K$ అగును. ఈ చివర రాశి $K$ ని ఒకతుల్యభారముద్రావ్యము కలిగి ఘనసెంటీమీటరులలో తెలియపరచిన ఆయతనముచే గుణించినచో తుల్యభార విద్యుత్‌వాహకత $\Lambda_v$ యు, అట్లే ఒక అణుభారము విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రావ్యముగల ద్రావణము యొక్క ఆయతనముచే గుణించినచో అణుభారవిద్యుద్వాహకత ($\mu_v$) యు లభించును. వివిధద్రవ్యముల విశిష్టవాహకతలు ఎట్లుండునో క్రిందిపట్టిక తెలుపును :

| ద్రవ్యము | విశిష్టవిద్యుద్వాహకత |
|---|---|
| వెండి | $6.78 \times 10^5$ mho |
| రాగి | $6.40 \times 10^5$ mho |
| అల్యూమినియము | $3.90 \times 10^5$ mho |
| ఇనుము | $1.1 \times 10^5$ mho |

| ద్రవ్యము | విశిష్టవిద్యుద్వాహకత |
|---|---|
| పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము (లీటరులో ఒక అణుభారము) | $98.0 \times 10^{-3}$ mho |
| ఆసిటిక్ ఆసిడ్ (లీటరులో ఒక అణుభారము) | $1.3 \times 10^{-3}$ mho |
| నీరు | $3.8 \times 10^{-8}$ mho |

పైని వర్ణించబడిన పరికరముతో అనేకసాంద్రతలలో అనేక ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతను కోల్ రాష్ అను జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని నిర్ణయించి ఈ ప్రయోగఫలములన్నిటిని క్రోడీకరించి, విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతకు వర్తించు రెండు ముఖ్యనియమములను వెల్లడిచేసెను.

మొదటి నియమము: విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము యొక్క విశిష్టవాహకత ద్రావణములోని ద్రావ్యసాంద్రత తగ్గుకొలది తగ్గుచుండును. కాని దాని తుల్యభారవాహకత ఆ పరిస్థితిలోనే ఎక్కువగుచు సాంద్రత బొత్తిగా తగ్గినపుడు ఒక నియతమితివరకు పెరుగును. అనగా ఈ మితికి వచ్చినతరువాత, మరికొంతద్రావమును ద్రావణమునకు కలిపినను, తుల్యభారవిద్యుత్‌వాహకతలో మరి పెరుగుదల కనిపించదు. ఈ మితిని చేరిన తుల్యభారవిద్యుద్వాహకతకు 'అనంతవిలయనస్థితి (ఇన్‌ఫినిట్ డైల్యూషన్)లో తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత' అని పేరు. $\Lambda_\infty$ అనునది దీనికి గురుతు.

రెండవనియమము: ఏద్రావణమువిషయములోనైనను అనంతవిలయనస్థితి విద్యుద్వాహకతను ధనఋణఅయన్‌ల యొక్క ప్రత్యేకవాహకతల సంకలితరాశిగా నిరూపించవచ్చును. ధనఅయన్ యొక్క వాహకతను $l_c^+$ చేతను, ఋణఅయన్ వాహకతను $l_a^-$ చేతను గుర్తించినచో, కోల్ రాష్ రెండవనియమమును:

$$\Lambda_\infty = l_c^+ + l_a^-$$

అను సమీకరణరూపమున వ్రాయవచ్చును. ఈ రెండవనియమము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముయొక్క విద్యుద్వాహకతాధర్మమును సంకలితధర్మముగా నిరూపించుచున్నది. (చూ. రాసాయనికరచన-భౌతికధర్మములు: పు. 582).

కోల్ రాష్ ప్రయోగములనుండి వెలువడిన తుల్యభారవాహకత ద్రావణముయొక్క సాంద్రత తగ్గుకొలదిని హెచ్చుచుండునని చెప్పియుంటిమి. ద్రావణసాంద్రతకును, తుల్యభారవాహకతకును గల సంబంధమును కోల్ రాష్ సమీకరణరూపమున స్థాపించెను:

$$\Lambda_v = \Lambda_\infty - AC^{\frac{1}{2}}$$

ఇచ్చట $\Lambda_v$ అనునది v లీటరులలో విలీనమైయున్న ద్రావ్యముయొక్క తుల్యభారవాహకత; $\Lambda_\infty$ అనునది అనంతవిలయనస్థితిలో విద్యుద్వాహకత; A స్థిరాంకము; C ద్రావ్యసాంద్రత.

తాపక్రమములో ప్రతిడిగ్రీవృద్ధికి అనంతవిలయనస్థితిలో తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత 2% చొప్పున ఎక్కువగును.

ఫారడేనియమములలోగాని, కోల్ రాష్ నియమములలోగాని విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రావణములలో విద్యుత్‌వహనము ఎట్లు జరుగునో, ఎందుకు జరుగునో అనుప్రశ్నలకు సమాధానములు దొరకలేదు.

ఈ ప్రశ్నకు తొలిసారి 1805 లో గ్రోతస్, తరువాత 1835 లో క్లాసియస్, ఆ తరువాత 1887 లో ఆరేనీయస్ ఒకరికన్న ఒకరు హెచ్చు సబబుగల సమాధానములనిచ్చిరి.

ఆరేనీయస్ సిద్ధాంతము ఇటీవల కొద్దిగా మార్పులకు లోనైనను మొత్తముమీద విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రావణముల ధర్మములను సంపూర్ణముగా వివరించగలదని చెప్పవచ్చును.

ఈయన సిద్ధాంతము క్రింది ప్రమేయములను ఆధారముగా తీసికొని ప్రతిపాదించబడినది:

1. విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములందు ద్రావ్యాణువులు చాల భాగము అయన్‌ల క్రింద విడిపోయి ఉండును;
2. అయన్‌లు విద్యుదావేశములను ధరించుచున్న కణములు. ద్రావణములో ధన అయన్‌లువహించు ధనవిద్యుత్ రాశి, ఋణఅయన్‌లు వహించు ఋణవిద్యుత్ రాశికి సమానముగా ఉండును. అనగా మొత్తముమీద ద్రావణము విద్యుదావేశమును కలిగియుండును;
3. విలయనము ఎక్కువగుకొలది ద్రావ్యముయొక్క విచ్ఛిన్న భాగము ఎక్కువగు చుండును. సాంద్రత హెచ్చుకొలది విచ్ఛిన్న భాగము తక్కువగు చుండును. అనగా అయన్ విచ్ఛేదనకార్యము సాంద్రత తగ్గినచో ముందుకును, సాంద్రత హెచ్చినచో వెనుకకును సాగు పరివర్తనీయ కార్యముగా కన్పట్టును. ఈ ప్రక్రియ పరివర్తనీయ మగుటచే ద్రావణము ఏ సాంద్రత కలిగియున్నను అందున్న అయన్‌లు వాటి జనకములగు అవిచ్ఛిన్న అణువులతో సమతాస్థియందు ఉండును. ఆ సమతాస్థితిని, సోడియమ్ క్లోరైడ్ విషయములో క్రింది సమీకరణముచే నిరూపించ వచ్చును:



$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

(చూ. రాసాయనిక పరివర్తనము - I: పు. 570).

4. అయన్ ద్రావణముల ధర్మములు వాటిలోనున్న అన్ని జాతుల అయన్‌ల యొక్క ధర్మముల సంకలన ఫలములుగా గోచరించును. ఇంకొకజాతి అయన్‌లు ద్రావణములో ఉన్నను మరియొకజాతి అయన్‌ల ధర్మములయందు మార్పేమియు కనిపించదు. అందువలన అయన్ ద్రావణముల ధర్మములు సంకలిత ధర్మముల తరగతిలో చేరును.

(చూ. రాసాయనిక రచన-భౌతికధర్మములు: పు. 582).

ఇక ఈ నాలుగు ప్రమేయములకుగల ప్రయోగాధారములను వరుసగా విచారింతము :

1. విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావ్యములు, ద్రావణములలో విచ్ఛిన్నములై ఉండునను విషయము ఫాన్ట్‌హాఫ్ గుణకమందు విశదమగును. తనవిలీన ద్రావణసిద్ధాంతము విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల విషయమై వర్తించదని ఫాన్ట్‌హాఫ్ తెలిసికొనెను. ఈ ద్రావణముల విపరీత ప్రవర్తనకు కారణమరయలేక ఈద్రావణముల ప్రవర్తనకు, అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణముల ప్రవర్తనకు గల భేదమును పారిమాణికముగా నిరూపించుటకై ఫాన్ట్‌హాఫ్ తన గుణకమును సూచించెనని ఇదివరకే వివరించితిమి (చూ. ద్రావణములు - II : పు. 418). పైని చెప్పిన సందర్భమున సూచించినట్లు విలీనద్రావణములన్నియు అనుస్యూత ధర్మములు (చూ. రాసాయనిక రచన - భౌతికధర్మములు : పు. 582). అందుచే అవి ద్రావణములోనున్న ద్రావ్యాణువుల సంఖ్యను పట్టి ఉండును. ధర్మపరిమాణము ఎక్కువగా ఉన్నదనిన దానిని కలుగజేయు అణువులసంఖ్యకూడ ఎక్కువగా ఉన్నదన్నమాట. ద్రావణములో మనము తెలిసి కరగించిన అణువుల సంఖ్యకన్న హెచ్చుసంఖ్య గోచరించుటకు కారణము కరగించిన అణువులలో కొన్ని అయన్‌లక్రింద విడిపోవుటయే. ఈ హెచ్చుసంఖ్యయే ద్రావణధర్మ పరిమాణములోని హెచ్చునకు కారణము. ద్రావణములో కరగించిన అణువులలో ఒక్కొక్కటి ఎన్నేసి అయన్‌లను ఇచ్చునో దానినిపట్టి కూడ ధర్మముల పరిమాణము ఉండును. సోడియమ్‌క్లోరైడ్ (NaCl) రెండు అయన్‌లుగాను, బేరియమ్ క్లోరైడ్ ($BaCl_2$) మూడు అయన్‌లుగాను, పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ ($K_4Fe(CN)_6$) అయిదు అయన్‌లుగాను, విడివడును. ద్రవాభిసరణప్రేషమువంటి ద్రావణధర్మమును తీసికొందము. పై లవణముల సాంద్రత ద్రావణములో తగ్గుకొలది అనగా నీటిభాగము హెచ్చుకొలది సమసాంద్రతా పరిస్థితులలో పంచదారవంటి అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము కనపర్చు ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు సోడియమ్‌క్లోరైడ్ రెండింతలును, బేరియమ్‌క్లోరైడ్ మూడింతలును, పొటాసియమ్ ఫెర్రోసైనైడ్ అయిదింతలును ద్రవాభి సరణప్రేషమును చూపును. ఈ కారణములవలన విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములో ద్రావ్యాణువులు అయన్‌లుగా విడిపోయి ఉండునను విషయము వ్యక్తమైనది ;

2. అయన్‌లు విద్యుదావేశముగల కణములు అనుటకు ఫారడే నియమమందు సూచితమైన విద్యుదగ్రములవైపు అయన్‌ల చలనమే సాక్ష్యము. విరుద్ధావిష్టవస్తువులు పరస్పరము ఆకర్షించుకొనును కదా! అయన్‌లపై ఆవేశములు ఉండనిచో విద్యుదావిష్టమైన అగ్రములవైపు వాటి చలనమే సంభవింపదు. ద్రావణములలో విరుద్ధావేశములు సమరాశిలో ఉండుననుటకు ద్రావణము మొత్తముపై ఆవేశము లేకుండుటయేకాక విద్యుత్ ప్రవాహకాలమందు విరుద్ధాగ్రములపై సమరాశిలోనున్న విరుద్ధవిద్యుత్ ఆవేశములు విడివడును.

3. విచ్ఛేదనము ఎంత వరకు జరుగునదియు, ద్రావణముయొక్క సాంద్రతనుబట్టి అది ఎట్లు మారుచుండునదియు, ప్రయోగములవలన నిర్ణయించి తెలిసికొనవచ్చును. విచ్ఛిన్న భాగమునకు విచ్ఛిన్నాంశము అనిపేరు; $\alpha$ అనునది దాని గురుతు. దీనిని నిర్ణయించుటకు రెండు ప్రయోగపద్ధతులు కలవు. అందు మొదటిది ఫాన్ట్‌హాఫ్ గుణకమును ఉపయోగించుట; రెండవది కోల్‌రాష్ పద్ధతిని ద్రావణములతుల్యభార విద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుట.

**గుణకవిధానము :** ఒక ద్రావణములో ఒక అణుభారము విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావ్యము ఉన్నదనుకొందము. దీనిలో అవొగాడ్రో సిద్ధాంత ప్రకారము N అణువులు ఉండవలయును. ద్రావ్యము విశ్లేష్యస్వభావము కలదగుటచే ఈ N అణువులలో $\alpha$ అను భాగము విచ్ఛిన్నమైనది అను కొందము. విచ్ఛిన్నమైన ప్రతిఅణువును n అల్పతరకణములను ఇచ్చినచో విచ్ఛిన్న కణముల సంఖ్య $= N \times \alpha \times n$ అగును; అవిచ్ఛిన్న అణువులసంఖ్య $N(1-\alpha)$ అగును; మొత్తముమీద కణసంఖ్య $= N(1-\alpha) + (N \times \alpha \times n) = N\{1+(n-1)\alpha\}$ అగును. ద్రావణములోనున్న ద్రావ్యము విచ్ఛిన్నము కాకుండినపుడు అణుసంఖ్య N అయియుండును. ద్రావణధర్మపరిమాణము కణసంఖ్యనుబట్టి ఉండునను నియమమును అనుసరించి క్రింది సమీకరణమును సాధించవచ్చును [చూ. రాసాయనిక రచన - భౌతిక ధర్మములు: పు. 582; ద్రావణములు - II : పు. 418)].

$$i = \frac{\text{విపరీతధర్మపరిమాణము}}{\text{సాధారణధర్మపరిమాణము}} = \frac{\text{విశ్లిష్టద్రవ్యము యొక్క కణసంఖ్య}}{\text{అవిశ్లిష్టద్రవ్య కణసంఖ్య}} = \frac{N\{1+(n-1)\ \alpha\}}{N} = 1+(n-1)\ \alpha$$

ఇచ్చట $i$ అనునది ఫాన్ట్‌హాఫ్ గుణకము. ప్రాయోగికముగా ద్రావణధర్మపరిమాణమును నిర్ణయించి $i$ యొక్క విలువను లెక్కకట్ట వచ్చును. **n** అనగా విద్యుత్ విశ్లేష్యాణువు యొక్క విచ్ఛిన్నకణసంఖ్య సులభముగా

తెలియును కనుక పై సమీకరణములోని $\alpha$ ను నిర్ణయించవచ్చును.

ఉదా: ఒకఅణుభారము సోడియమ్ క్లోరైడ్ ఒకలీటరు ఆయతనము గల ద్రావణములో కరగిఉన్నప్పుడు కలిగిన హిమాంకములోని తగ్గుదల 2·8°C అగును. ఈ పరిస్థితులలో పంచదారవంటి అవిద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావ్యమువలన కలుగు హిమాంకములోని తగ్గింపు 1·86°C అగును, ఫాన్ట్‌హాఫ్ గుణకము విపరీత, సాధారణ హిమాంకావనతుల నిష్పత్తి గనుక :

$$i=\frac{2\cdot8}{1\cdot86}=\frac{\text{విపరీతహిమాంకావనతి}}{\text{సాధారణహిమాంకావనతి}}, \text{ అగును.}$$

కాని $i=1+(n-1)\alpha$ అగును. సోడియమ్ క్లోరైడ్ విషయములో $n=2$; ఏలన ఒకఅణువు సోడియమ్ ($Na^+$), క్లోరైడ్ ($Cl^-$) అను రెండుకణములను ఇచ్చును.

$$\therefore i=1+(2-1)\alpha=1+\alpha=\frac{2\cdot8}{1\cdot86}$$

$$\text{లేదా } \alpha=\frac{2\cdot8}{1\cdot86}-1=\frac{2\cdot8-1\cdot86}{1\cdot86}=\frac{0\cdot94}{1\cdot86}=0\cdot51$$

అనగా ద్రావణములోనున్న సోడియమ్‌క్లోరైడ్ అణువులు **51%** చొప్పున అయన్‌లుగా విచ్ఛిన్నమైయున్నవి. ఇట్లే తక్కిన ద్రావణధర్మములలో అనగా అభిసరణ ప్రేషము, క్వథనాంకోన్నతి, బాష్పప్రేషనిమ్ననము వీటిలో దేని పరిమాణమును ప్రయోగముచే నిర్ణయించినను విచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) ను లెక్కగట్టవచ్చును.

**కోల్‌రౌష్ తుల్యభార విద్యుద్వాహకతా పద్ధతి :** అనంత విలయనస్థితిలో ద్రావణముయొక్క తుల్యభార విద్యుద్వాహకతకు $\Lambda_\infty$ గురుతు. తక్కువ విలయనస్థితులలో దానికి $\Lambda_v$ గురుతు ఇచ్చట v అను సంకేతము లీటరులలో ద్రావణముయొక్క ఆయతనమును తెలియ జేయును. విచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) విలయనస్థితినిపట్టి ఉండునని చెప్పియుంటిమి. విద్యుద్వాహకత విచ్ఛిన్నాంశముతో పెరుగుటయు, తగ్గుటయు సంభవించును. ద్రావ్యమంతయు పూర్తిగా అయన్‌లుగా విడిపోయినపుడు, అనగా అనంత విలనయస్థితిలో, విచ్ఛిన్నాంశముయొక్క విలువ ఒకటికి సమానమగును. దీనికి అనుగుణముగా విద్యుద్వాహకత గరిష్ఠమూల్యము $\Lambda_\infty$ ను స్వీకరించును. తక్కువవిలయన స్థితులలో విచ్ఛిన్నాంశము $\alpha$ అయిఉండును. దీనికి అనుగుణముగా విద్యుద్వాహకత $\Lambda_\infty$ కన్న తక్కువ విలువను కలిగిఉండును. కనుక గరిష్ఠవిద్యుద్వాహకత ($\Lambda_\infty$ )లో పరిమిత విద్యుద్వాహకత ($\Lambda_v$) వాటా సంపూర్ణవిచ్ఛిన్నాంశమగు ఒకటిలో పరిమితవిచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) యొక్కవాటా అయిఉండును. ఈనిష్పత్తులను క్రింది సమీకరణమువలన తెలియజేయవచ్చును:

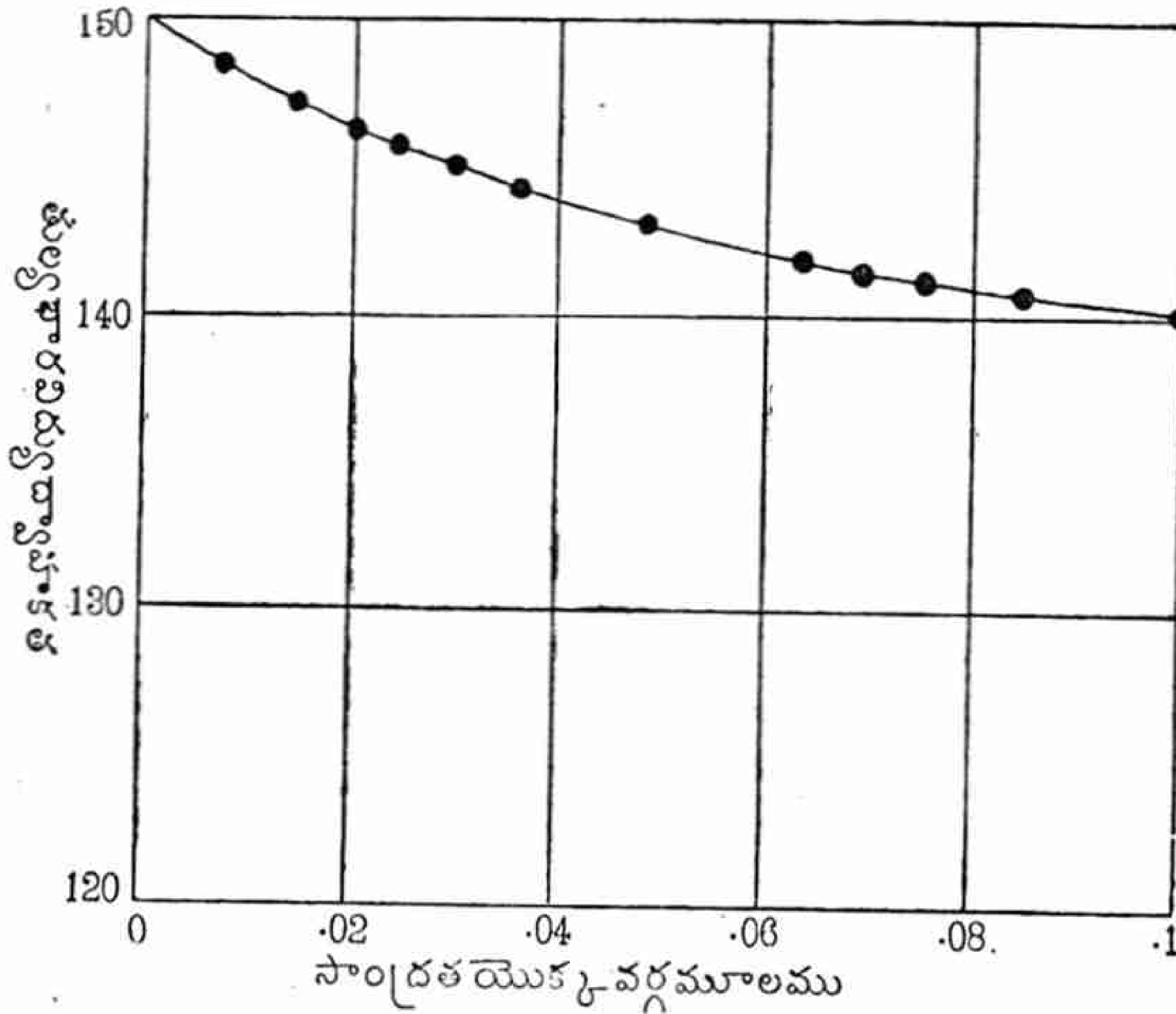
$$\frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}=\frac{\alpha}{1} \qquad \therefore \alpha=\frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$$

అనగా విచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) పరిమిత విద్యుద్వాహకత, గరిష్ఠవిద్యుద్వాహకత ఈరెండిటి నిష్పత్తికిని సమానము. ఏసాంద్రతలోనైనను ద్రావణముయొక్క విచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) ను లెక్కించుటకు మొదట ఆ సాంద్రతలో దాని తుల్యభార విదుద్వాహకతను నిర్ణయించవలెను. ద్రావణముయొక్క విశిష్టనిరోధమును కోల్‌రాష్ పరికరముచే కనుగొని దానినుండి తుల్యభారవిద్యుద్వాహకతను లెక్కకట్టవచ్చును.

పరిమితతుల్యభారవిద్యుద్వాహకతను ప్రయోగముచే కనుగొనుటకు వీలున్నను పై $\frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$ అను నిష్పత్తిలో క్రింద పదమగు $\Lambda_\infty$ ను ప్రయోగముచే నిర్ణయించుటకు వీలులేదు. ఏలన అనంతవిలయనస్థితిలో ద్రావ్యముయొక్క సాంద్రత ఇంచుమించు సున్నకు సమమగును. ఇట్టిపరిస్థితిలో ద్రావణమునకుండు విద్యుద్వాహకత ద్రావముదే అయిఉండును; గాని ద్రావ్యమువల్ల కలిగినదికాదు. అందువలన ఒక ద్రావణముయొక్క $\Lambda_\infty$ ని పరోక్షపద్ధతులచే నిర్ణయించవలసివచ్చును. $\Lambda_\infty$ ని నిర్ణయించుటకు మొదట $\Lambda_v$ ని ప్రయోగమునకు అందుబాటులోనున్న అనేక సాంద్రతలలో నిర్ణయించి ఆ వచ్చినవిలువలను సాంద్రతల వర్గమూలములకు అనుగుణముగా గ్రాపురూపమును చిత్రించవలయును. అట్టి గ్రాపు ఋజురేఖగా కన్పట్టును, ఆ రేఖను శూన్యసాంద్రతకు పొడిగించినచో గ్రాపునుండి సరిగా $\Lambda_\infty$ ని నిర్ణయించవచ్చును. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ విషయములో నిర్మించబడిన అట్టిగ్రాపు ప్రక్కపుట 654 లో ఈయబడినది.

ఈ చిత్రములోని చిన్నబిందువులు ఆయాసాంద్రతలలో ప్రయోగముచే నిర్ణీతమైన పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణ తుల్యభార విద్యుద్వాహకతలను తెలియజేయును. ఈ విలువలను సూచించు బిందువులగుండా ఋజురేఖను ఒకదానిని గీయవచ్చును. ఈ ఋజురేఖను విద్యుద్వాహకతను సూచించు అక్షముతో కలియునట్లు పొడిగించినచో అది అక్షమును కలియుబిందువు 150 అంకెవద్ద ఉన్నదిగా కన్పట్టును. అనగా సాంద్రత శూన్యమగుపరిస్థితిలో పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ విద్యుద్వాహకత 150 వ్యుత్క్రమ ఓమ్‌లని తేలినది. గ్రాపులో సాంద్రతా వర్గమూలమగు 0·04 ఎదురుగా ఋజురేఖమీదనున్న బిందువు 0·02 తుల్యభార సాంద్రతలో క్లోరైడ్ ద్రావణముయొక్క తుల్యభార

విద్యుద్వాహకతను సూచించును. దీనివిలువ ఇంచుమించు 146 ఉండునని పరీక్షవలన తెలియనగును. అనగా 0.02




విద్యుద్వాహకతకు, ద్రావణసాంద్రతకు గల సంబంధము

తుల్యభారము ఒక లీటరు ద్రావణములోగల పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము యొక్క తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత 146 వ్యుత్క్రమఓమ్‌లు. 0.02 తుల్యభారము ఒక లీటరులో, అనగా 1 తుల్యభారము $\frac{1}{0.02} = 50$ లీటరులలో ఉన్నది. ఈ 50 లీటరుల విలయనస్థితిలోని విద్యుద్వాహకతను $\Lambda_{50}$ అని వ్రాయవచ్చును.

$\therefore \Lambda_{50} = 146$ వ్యుత్క్రమ ఓమ్‌లు ; గ్రాఫునుండి శూన్య సాంద్రతలో క్లోరైడ్ యొక్క తుల్యభార విద్యుద్వాహకత 150 వ్యుత్క్రమ ఓమ్‌లు. అని తెలిసినదికనుక $\alpha = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty} = \frac{146}{150} = 0.96$ అగును. 50 లీటరుల విలయనస్థితి యందు తుల్యభారములో 96% ద్రావ్యము విచ్ఛిన్నమై ఉండును. ఇట్లు అనేక విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రావ్యములకు రెండు పద్ధతులచేతను నిర్ణయించిన విచ్ఛిన్నాంశముల విలువలు ఎంత దగ్గరగా ఉన్నవో క్రింది పట్టిక వలన తెలియును :

నకు ప్రారంభమున గణితీయమైన ప్రామాణ్యతను సాధించినది. కాని ఇటీవల ఈ సమానత యాదృచ్ఛికముగా లభించినది కాని సత్యమైనది కాదని సూక్ష్మపరిశోధనల వలన తేలినది. ఈ విషయము ఆరేనీయుస్ యొక్క సిద్ధాంతము చాల లోపములను కలిగియున్నదని నిరూపించు సందర్భములో ఇకముందు చర్చించబడును.

4. అయన్ ద్రావణధర్మముల సంకలనశీలత (ఆడిటివిటీ)ను సులభముగా నిరూపించవచ్చును. ద్రావణ ధర్మములు అన్నియు ద్రావణములోనున్న అయన్‌లయొక్క ధర్మముల సంకలనఫలములే అయినను మచ్చునకు రెండు మూడు ధర్మముల విషయమై ఈ సంకలిత స్వభావమును నిరూపింతము.

$\Lambda_\infty$ (అనంతవిలయనస్థితిలో ద్రావణము యొక్క విద్యుద్వాహకత) అందుండు అయన్‌ల ప్రత్యేకవిద్యుద్వాహకతల మొత్తమునకు సమమగును. ఇది సంకలిత ధర్మమని చూపించుటకు అయన్‌లయొక్క ప్రత్యేక విద్యుద్వాహకతలను నిర్ణయించ వలసి ఉండును. సామాన్యముగా అయన్‌ల స్వతంత్రవిద్యుద్వాహకతను నిర్ణయించుట సులభసాధ్యముకాదు. అయినను దీనికొక పరోక్షమార్గము ఉన్నది. పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ (KCl), సోడియమ్‌క్లోరైడ్ (NaCl), పొటాసియమ్ నైట్రేట్ ($KNO_3$) సోడియమ్‌నైట్రేట్ ($NaNO_3$) లవణముల $\Lambda_\infty$లు క్రిందను ఈయబడినవి.

$$\Lambda_\infty^{KCl} = 150 \cdot 32 \qquad \Lambda_\infty^{NaCl} = 126 \cdot 91$$
$$\Lambda_\infty^{KNO_3} = 144 \cdot 96 \qquad \Lambda_\infty^{NaNO_3} = 121 \cdot 55$$

లవణముల $\Lambda_\infty$లు నిజముగా అయన్ వాహకతల సంకలన ఫలములు అగుపక్షమున పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ విద్యుద్వాహకతకు, సోడియమ్‌క్లోరైడ్ విద్యుద్వాహకతకు గల భేదము-క్లోరైడ్ అయన్ రెండిటికిని సమానముగనుక - పొటాసియమ్, సోడియమ్ అయన్‌లయొక్క విద్యుద్వాహకతల భేదమే కావలయును. అట్లే పొటాసియమ్

| లవణము | సాంద్రత (తుల్యభారము / లీటరు) | హిమాంకావనతి | విద్యుద్వాహకత |
|---|---|---|---|
| KCl (పొటాసియమ్ క్లోరైడ్) | 0.14 | 1.81 | 1.86 |
| $NH_4Cl$ (అమోనియమ్ క్లోరైడ్) | 0.148 | 1.82 | 1.89 |
| $MgSO_4$ (మగ్నీషియమ్ సల్ఫేట్) | 0.38 | 1.30 | 1.35 |
| $CaCl_2$ (కాల్సియమ్ క్లోరైడ్) | 0.184 | 2.67 | 2.42 |
| $Ca(NO_3)_2$ (కాల్సియమ్ నైట్రేట్) | 0.18 | 2.47 | 2.46 |

ఈ రెండు పద్ధతులచే లెక్కించిన విచ్ఛిన్నాంశముల విలువలయొక్క సమానత అయన్ విచ్ఛేదన సిద్ధాంతము నైట్రేట్, సోడియమ్‌నైట్రేట్‌ల విద్యుద్వాహకతల భేదము పొటాసియమ్ సోడియమ్ అయన్‌ల విద్యు

దావ్యాకతలలో భేదమై ఉండవలయును. అనగా విద్యుద్వాహకతలు అయన్‌ల సహజ స్వతంత్ర లక్షణములు గనుక వాటితో కలిసివున్న అయన్‌లు ఏజాతివైనను వాటి భేదము స్థిరముగా ఉండవలయును. కనుక $\Lambda^{KCl} - \Lambda_{\infty}^{NaCl} = \Lambda_{\infty}^{KNO_3} - \Lambda_{\infty}^{NaNO_3}$ అను భేద సామ్యము సిద్ధించవలెను. పై పట్టికలోని విలువలను ఉపయోగించి ఈ భేదసామ్యము నిజముగా ఉన్నది అని నిరూపించవచ్చును. ఏలన

$$\Lambda_{\infty}^{KCl} - \Lambda_{\infty}^{NaCl} = 150{\cdot}32 - 126{\cdot}91 = 23{\cdot}41$$

$$\Lambda_{\infty}^{KNO_3} - \Lambda_{\infty}^{NaNO_3} = 144{\cdot}96 - 121{\cdot}55 = 23{\cdot}41$$

చివర రెండు భేదములును సమానముగనే కన్పట్టుచున్నవి. అందువలన $\Lambda_{\infty}$ సంకలితధర్మమని రుజువైనది.

సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణ సంపర్కమున అవక్షేపముగా ద్రావణమునుండి విడిపోయి దిగబడుట, క్లోరైడ్ అయన్ యొక్క విశిష్ట లక్షణము. క్లోరైడ్అయన్ ఇంకే అయన్‌తో లవణస్థితిలో కలిసియున్నను సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణము కలపగనే సిల్వర్ క్లోరైడ్‌రూపమున అవక్షిప్తమగును. ఇట్లే రాసాయనిక విశ్లేషణ పద్ధతియందు అయన్‌లను ప్రత్యేకించుటకు, గుర్తించుటకు జరిపెడి ప్రక్రియలన్నియు అయన్‌ల స్వతంత్రలక్షణములమీదనే ఆధారపడియున్నవి.

ఇట్లు అయన్ ద్రావణముల ధర్మములలో దేనినైనను సంకలితలక్షణముగా నిరూపించవచ్చును. అయన్‌విచ్ఛేదన ప్రక్రియకు అణుసాంద్రతా నియమము బాహాటముగా వర్తించునని 'ఓస్ట్‌వాల్డ్' అను జర్మను భౌతికరాసాయనికుని ప్రతిపాదన ఆరేనీయుస్ సిద్ధాంతమును ధ్రువపర్చుటకు ఎక్కువగా ఉపకరించినది.

అయన్‌విచ్ఛేదనము పరివర్తనీయ ప్రక్రియ అని చెప్పియుంటిమి. పరివర్తనీయ ప్రక్రియల అన్నిటికిని అణుసాంద్రతా నియమము అన్వయించును. BA అనులవణము ద్రావణములో $B^+, A^-$ అను ధన, ఋణ అయన్‌లుగా విడిపోవును. ద్రావణములో అయన్‌లు నిరంతర సంపర్కములో ఉండుటచే అవి కలిసి మరల లవణాణువులు ఏర్పడుటకు అవకాశములు మెండుగా ఉండును. ఈ ప్రక్రియను పరివర్తనీయ ప్రక్రియగా క్రింది విధమున లిఖించవచ్చును.



$$BA \rightleftharpoons B^+ + A^-$$

ఈ ప్రక్రియకు అణుసాంద్రతా నియమమును వర్తింపజేసినచో $\dfrac{[B^+] \times [A^-]}{[BA]} = K \ldots (1)$ అను సమీకరణము సిద్ధించును.

ఒక తుల్యభారములవణము v లీటరుల ద్రావణములో విలీనమై ఉన్నదనుకొందము. తుల్యభారములో $\alpha$ అను భాగము విచ్ఛిన్నమై ఉన్నదనుకొనిన విచ్ఛిన్నముకాని భాగము $(1-\alpha)$ కావలెను. v లీటరులలో $\alpha$ తుల్యభారము $B^+$ అయన్, $\alpha$ తుల్యభారము $A^-$ అయన్, $(1-\alpha)$ తుల్యభారము అవిచ్ఛిన్నలవణము ఉన్నవి,

వీటి అణుసాంద్రతలు :

$$[B^+] = [A^-] = \frac{\alpha}{v}; \quad [BA] = \frac{1-\alpha}{v}$$

ఈ అణుసాంద్రతలను $(1)$వ సమీకరణములో జొన్పినపుడు

$$\frac{\left(\dfrac{\alpha}{v} \times \dfrac{\alpha}{v}\right)}{\left(\dfrac{1-\alpha}{v}\right)} = K$$ అను సమీకరణము సిద్ధించును. దీనిని సమీకరించి $\dfrac{\alpha^2}{(1-\alpha)v} = K$ అని వ్రాయవచ్చును. K అనునది ఒక స్థిరాంకము. దీనికి విచ్ఛేదన స్థిరాంకము అనిపేరు. ఈ సమీకరణమును మాటలలో క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును. విలయనము (v) ఎక్కువగుకొలది విచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) తదనుగుణముగా ఎక్కువగుటచే K విలువలో మార్పు సంభవించదు. సమీకరణమునకు 'ఓస్ట్‌వాల్డ్' విలయన నియమము' అనిపేరు. ఏదేని ద్రావణము విషయములో సాంద్రత మారుచున్నను K విలువ స్థిరముగా ఉండునని నిరూపించగలిగినచో అణుసాంద్రతా నియమము అయన్‌విచ్ఛేదన ప్రక్రియకు వర్తించునని రుజువుచేయ వచ్చును.

ప్రక్కపుటలోని పట్టికలో వేరువేరు సాంద్రతలలో ఆసిటిక్ ఆసిడ్ యొక్క తుల్యభారవిద్యుద్వాహకతలు, విచ్ఛిన్నాంశములు చూపబడినవి. చివరకాలమ్‌లో విచ్ఛేదనస్థిరాంకము K లెక్కకట్టబడియున్నది. K అనగా 25°C వద్ద ఆసిటిక్‌ఆసిడ్ ద్రావణముయొక్క విచ్ఛేదనస్థిరాంకము. స్థిరాంకపువిలువలు ఇంచుమించు సమానముగనే కన్పట్టుచున్నవి. అందువలన ఆసిటిక్‌ఆసిడ్‌నందు అయన్ విచ్ఛేదన ప్రక్రియ అణుసాంద్రతా నియమమును అనువర్తించుచున్నట్లు రుజువైనది.

కాని ఇక్కడ ఒక ముఖ్యవిషయము చెప్పవలసి ఉన్నది. ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌వంటి కార్బన్‌ఆసిడ్‌లకే ఓస్ట్‌వాల్డ్ నియమము వర్తించునుగాని పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ వంటి అకర్బన లవణములకు, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ వంటి అకర్బనామ్లములకు సోడియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్‌వంటి అకర్బన లవణాధారములకు ఈ నియమము బొత్తిగా

అన్వయించదు. అకర్బన యౌగికములతో సరిపోల్చి చూచినచో యౌగికములు బలమైన విద్యుద్వాహకములు కావు. విద్యుత్ వహన కార్యము అయన్‌ల సంఖ్యపట్టి ఉండును కనుక ఆసిటిక్ ఆసిడ్ వంటి కార్బన్ యౌగికముల ద్రావణములలో అయన్‌లసంఖ్య చాలతక్కువయని అనుకొనవలెను. అట్టి యౌగికములకు బలహీనమైన విద్యుత్ విశ్లేష్యములు అని పేరు. అకర్బనలవణములు, ఆమ్లములు, లవణాధారములు చాల 'ప్రబలమైన విద్యుత్ విశ్లేష్యములు'. ఈ రెండవ జాతికిచెందిన యౌగికములకు ఓస్ట్‌వాల్డ్ నియమము బొత్తిగా వర్తించదు. అనగా ఆసిటిక్ ఆసిడ్‌నకు ఉన్నటువంటి స్థిరాంకము (K) వంటి స్థిరాంకము వీటికి లేదు. అందువలన ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యములు అణుసాంద్రతా నియమమును పాటించవు. ఇది నిజముగా ఆరేనీయుస్ సిద్ధాంతమందలి పెద్దలోపమే.

ఆరేనీయుస్ సిద్ధాంతము ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యములకు సరిగా వర్తించలేదన్న విషయము మొట్టమొదట వీటి ద్రావణములలో విచ్ఛిన్నాంశములను గణించుటలో తెలిసినది. ఆరేనియుస్ ఏప్రమాణమును ఆధారముగాగొని తన సిద్ధాంతమును దృఢపరచచూచెనో ఆ ప్రమాణము నిజము కాదనియు, అది కేవలము ఆభాసయే అనియు ఇటీవల సునిశిత పరిశోధనవలన తెలిసినది. ఫాన్ట్‌హాఫ్ పద్ధతి, కోల్‌రాష్‌పద్ధతి ఈ రెండు పద్ధతులవలన నిర్ణీతమైన విచ్ఛిన్నాంశముల విలువలు సమానముగా ఉన్నట్లు కనపడుటచేత ఆరేనీయుస్ తనసిద్ధాంతము సమర్థింపబడినది అని అనుకొనెను. కాని సూక్ష్మాన్వేషణలో ఆ సమానత అంతరించినది. అందువలన సిద్ధాంతసమర్థనకు ఆరేనీయుస్ సూచించిన ముఖ్యప్రమాణములలో ఒకటి వ్యర్థమైనది.

అదిగాక $\frac{\Lambda v}{\Lambda_\infty}$ అను నిష్పత్తిని ఆరేనీయుస్ విచ్ఛిన్నాంశము ($\alpha$) నకు మానముగా గ్రహించెను. ఈ నిష్పత్తివలన $\alpha$ ను కనుగొనుటకు వీలులేదని నూతనశాస్త్రాన్వేషకుల వాదము. ఏలన సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌వంటి ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యములవిషయములో స్ఫటికరచనయందే సోడియమ్ క్లోరీన్ పరమాణువులు అయన్‌స్థితిలోనున్నట్లు X - కిరణ పరీక్షవలన తెలిసినది. అట్టియౌగికము నీరువంటి ద్రావములో కరగినపుడు అయన్‌లు ఘనస్థితిలోనున్న క్రమస్థానములను కోలుపోయి ద్రావణములో సంకులస్థితిలో ఉండును. అందువలన ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణములలో ఏ సాంద్రతలోనైనను అణువులన్నియు అయన్‌స్థితిలో ఉండుటచే అవిచ్ఛిన్నాణువుల ప్రసక్తియే లేదు. అందువలన వీటివిషయములో విచ్ఛిన్నాంశము అను భావమునకు తావులేదు.

| సాంద్రత (ఒకలీటరులో ఉన్న తుల్యభారములు) | తుల్యభార విద్యుద్వాహకత | విచ్ఛిన్నాంశము $\alpha = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$ | K = స్థిరాంకము |
|---|---|---|---|
| 0 | $\Lambda_v = 3907$ వ్యు. ఓ. లు | 1 | —— |
| 0.00591 | 20.96 వ్యు. ఓ. లు | 0.05365 | $1.799 \times 10^{-5}$ |
| 0.00984 | 16.37 వ్యు. ఓ. లు | 0.04188 | $1.803 \times 10^{-5}$ |
| 0.02 | 11.57 వ్యు. ఓ. లు | 0.02911 | $1.806 \times 10^{-5}$ |
| 0.05 | 7.358 వ్యు. ఓ. లు | 0.01884 | $1.808 \times 10^{-5}$ |

ప్రబలవిద్యుత్ విశ్లేష్యయౌగికములలో సాంద్రత తక్కువైనను, ఎక్కువైనను సంపూర్ణముగా అయన్‌ల క్రింద విడిపోయినస్థితిలో ఉన్నచో కోల్‌రాష్‌చే సూచించబడినట్లు విలయనము ఎక్కువగుకొలది తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత ఎట్లు ఎక్కువగును అను ప్రశ్నకు నవీనులు సమాధానము ఈయవలసియున్నది.

ఆరేనీయుస్ ఇచ్చిన సమాధానము ఇదివరకే తెలియును. విలయనమెక్కువగుకొలది విద్యుద్వాహకములగు విచ్ఛిన్నాణువుల, లేదా అయన్‌ల, సంఖ్య ఎక్కువగుచుండును. అందువలన విద్యుద్వాహకత ఎక్కువగును.

దీనికి నవీనుల సమాధానము : 'ఏ సాంద్రతలోనైన అణువులు విచ్ఛిన్నావస్థలోనే ఉండుటచేత విలయనము ఎక్కువగుకొలది విచ్ఛిన్నాంశము ఎక్కువగుననుటకు సబబు లేదు.' అట్లయిన తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత విలయనముతో ఎట్లు ఎక్కువగుచున్నది? సాంద్రతతో అయన్‌ల చలనవేగము మారుననువిషయమును ఆరేనీయుస్ గణనలోనికి తీసికొనలేదు. అయన్‌లసంఖ్య ఎక్కువగుటమీదనే అతనిదృష్టి లగ్నమైనది. నిజముగా సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది అయన్‌ల సహజచలనవేగము తగ్గుననుటకు చాల ఉపపత్తి కలదు.

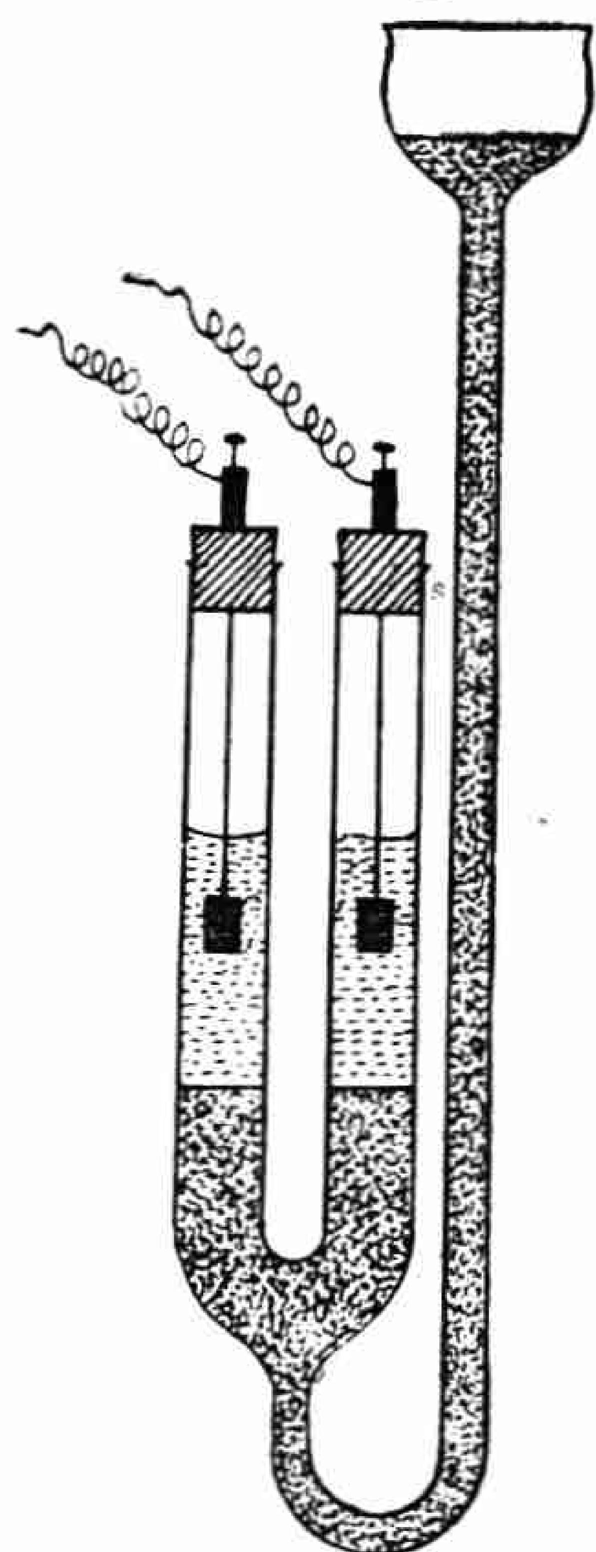
అయన్‌లు ఆవేశములుగల కణములు. ద్రావణములో ఏఅయన్‌ను తీసికొన్నను దానిచుట్టూ విరుద్ధావేశములుగల

అయన్‌లు గుమికూడి, భూమిచుట్టు వాతావరణమున్నట్లు ఉండును. ప్రతిఅయన్‌చుట్టు ఉన్న ఈ విరుద్ధఅయన్‌వాతావరణము ఆ అయన్‌యొక్క గమనమునకు అడ్డువచ్చుచుండును. అయన్ సరిగా అగ్రమువైపు పోవుటకు ప్రయత్నించుచుండినను దానిచుట్టును ప్రోగైయున్న విరుద్ధ అయన్‌లు తమవైపు ఈ అయన్‌ను ఆకర్షించి అగ్రము వైపు దానిమార్గమందు అనేకమైనవక్రతలను కలుగజేయును. అందువలన గమనవేగము తగ్గును. ద్రావణ సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది అయన్‌లసాంద్రతకూడ ఎక్కువగును. దానివలన విరుద్ధ అయన్‌వాతావరణము మిక్కిలి దట్టముగా ఉండును. అందువలన అయన్‌గమనవేగమునకు హెచ్చు ఆటంకము కలుగును. విలయనము హెచ్చగు కొలది ఈ వాతావరణము పల్చబడి, పురోగమించుచున్న అయన్‌పై దీనిప్రభావము తగ్గి, అనంతవిలయనస్థితిలో, అయన్‌కు అయన్‌కు దూరము చాల ఎక్కువగానుండుటచే అగ్రములవైపు వాటి గమనవేగమును తగ్గించు అడ్డంకులు ఉండవు అందువలన విద్యుద్వాహకత గరిష్ఠమూల్యమును ముట్టును.

పై భావములను డీబై, హికెల్ అనువారలు గణితశాస్త్రరీత్యా నిశితముగా చేసి ప్రబల విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావణములకు వర్తించుసిద్ధాంతము ఒకదానిని నిర్మించిరి. ఈ సిద్ధాంతమైనను లీటరులో అణుభారములో 1000 వ వంతుగల ద్రావణములకు, ఇంకను తక్కువసాంద్రతకల ద్రావణములకేవర్తించును. సాంద్ర ద్రావణములకు అన్వయించు సిద్ధాంతము ఇంకను వెలువడలేదు.

**వ్యిదుద్వాహకత - అయన్ సిద్ధాంతము (ii)**: విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావణములలో అయన్‌లయొక్క ఉనికిని ప్రయోగముచే ప్రత్యక్షముగా చూపవచ్చును.

చిత్రములో చూపిన పరికరము లోని క్రింది భాగమును లీటరుకు అర్ధతుల్యభారము గల కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణము, అట్టిదే పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ద్రావణము, ఈ రెండిటి మిశ్రముతో నింపవలెను. U - నాళమునకు ప్రక్కతకబడిన గల్లాకల నాళము లోనికి ఈ మిశ్రమును పోయుటవలన ఈ మిశ్రద్రావణము మెల్లగా U - నాళములోనికి మూడవవంతు వరకు ప్రాకునట్లు చేయవలెను. తరువాత సమాన విద్యుద్వాహకత గల విలీన పొటాసియమ్ సల్ఫేట్ ద్రావణమును U - నాళపు రెండు భుజములందును ద్రావణముల మధ్య సరిహద్దు కలసిపోకుండ పరికరము పైభాగమున ఉన్న ప్లాటినమ్ విద్యుదగ్రములు మునుగు వరకు జాగ్రత్తగా పోయవలయును. ఇప్పుడు విద్యుదగ్రములకు బ్యాటరీ కొనలను తగిలించి 0·3, 0·4 ఆంపియర్ తీక్ష్ణతగల ప్రవాహమును కొన్ని గంటల వరకు పంపించినచో ధనాగ్రమున్న గొట్టములో నీలిరంగుగల రాగిఅయన్, ఋణాగ్రమున్న గొట్టములో పీతరక్తవర్ణముగల డైక్రోమేట్ అయన్ పైకి లేచును. ఈరంగులుగల అయన్‌లే ద్రావణములో లేకపోయినచో అగ్రములవైపు వాటి చలనమే సంభవించదు. రంగులు పైకిలేచినదూరమును కాలముచే భాగించినచో అయన్‌లు పయనించురేటును నిర్ణయించవచ్చును. ఈ రేటు అయన్‌ల స్వభావమునుపట్టియేకాక వాటి చలనమునకు కారణమగు విద్యుచ్చాలకబలమును పట్టికూడ ఉండును. విద్యుచ్చాలకబలమును వోల్టులలో కొలుతురు. అందువలన అయన్ వేగమును ఒకవోల్టు విద్యుచ్చాలకబలమునకు లెక్కింతురు.



నెర్న్‌స్ట్ అయన్‌చలన పరికరము

ప్రయోగముచే నిర్ణీతమైన కొన్ని అయన్‌ల వేగములు క్రింద ఈయబడినవి:

| | | |
|---|---|---|
| H· | 0·00362 సెం.మీ./సెకను | సెంటీమీటరుకు ఒక వోల్టు చొప్పున విస్తరించి ఉన్న బలము గల విద్యుత్ క్షేత్రములో అయన్‌ల వేగములు. |
| OH′ | 0·00205 సెం.మీ./సెకను | |
| K· | 0·00076 సెం.మీ./సెకను | |
| Cl′ | 0·00079 సెం.మీ./సెకను | |
| $NO_3'$ | 0·00074 సెం.మీ./సెకను | |

పై పట్టికపరిశీలనవలన హైడ్రోజన్ ($H^+$), హైడ్రాక్సిల్ ($OH^-$) అయన్‌లు అయన్‌లన్నిటిలో గరిష్ఠవేగములు గలవని తెలియుచున్నది.

ధన, ఋణ అయన్‌ల రెండిటియొక్క మొత్తపు వేగముచే ఒక అయన్‌యొక్క వేగమును భాగించగా వచ్చిన లబ్ధమునకు హిటార్ఫ్ అను భౌతికశాస్త్రవేత్త (1859) ప్రవహణాంకము (ట్రాన్స్‌పోర్ట్ నెంబరు) అని పేరిడెను. ధనఅయన్ వేగము $u_c$, ఋణఅయన్ వేగము $v_a$

అయినచో ధనఅయన్ ప్రవహణాంకము $= \frac{u_c}{u_c + v_a} = n_c$

ఋణఅయన్ ప్రవహణాంకము $= \frac{v_a}{u_c + v_a} = n_a$

వీటికి క్రమముగా $n_c$, $n_a$ అని సంకేతములు.

ఋణఅయన్ ధనాగ్రమువైపు, ధనఅయన్ ఋణాగ్రమువైపు తనపైనున్న విద్యుత్‌రాశిని తీసికొనిపోవును.

రెండు అయన్‌ల మొత్తపువేగము, నియతకాలావధిలో విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణములో ప్రవహించు మొత్తపు విద్యుత్‌రాశికి అనుగుణముగా ఉండును. అయన్ యొక్క ప్రత్యేకవేగము, అది అగ్రమువైపు తీసికొనిపోవు విద్యుత్ రాశికి అనుగుణముగా ఉండును. అయన్ వేగముతో, అయన్‌పైనున్న విద్యుత్‌రాశిని గుణించగావచ్చు లబ్ధము వాస్తవికముగా దాని విద్యుద్వాహకత అయియుండును. ఒకతుల్యభారము అయన్‌పై ఒక ఫారడేవిద్యుత్‌రాశి ఉండును. విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రావణములో ఒక ఫారడే విద్యుత్ రాశి (F) ప్రవహించినపుడు, అందులో ఒక భాగము ఋణ అయన్ ధనాగ్రమువైపు, మిగిలిన భాగము ధన అయన్ ఋణాగ్రమువైపు తీసికొని పోవును. అయన్ తీసికొనిపోవు భాగము దాని వేగమును పట్టి ఉండును.

అనగా ఒకఫారడేవిద్యుత్‌రాశి ప్రవహించిన సందర్భములో ఋణఅయన్ $(F \times v_a)$, ధనఅయన్ $(F \times u_c)$ విద్యుత్‌రాశి అంశలను తమకనుగుణమగు అగ్రమువైపు మోసికొనిపోవును. $F \times v_a = 1_a$ అనియు, $F \times u_c = 1_c$ అనియు సంకేతించినచో $1_a + 1_c$ విశ్లేష్యద్రావణములో ప్రవహించిన మొత్తపువిద్యుత్‌రాశి, అనగా ఆద్రావణపు తుల్యభార విద్యుద్వాహకత అగును.

పైసంబంధమును ఉపయోగించి అయన్ యొక్క ప్రవహణాంకమును :

$$n_c = \frac{1_c}{1_c + 1_a} \text{ లేదా } n_a = \frac{1_a}{1_c + 1_a}$$

అనికూడ నిర్వచించవచ్చును. ఈసూచననుసరించి ఒక అయన్ యొక్క ప్రవహణాంకము, విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యము యొక్క మొత్తపు విద్యుద్వాహకతలో, అయన్ యొక్క విద్యుద్వాహకత ఎన్నవభాగమో తెలియచేయును.

అయన్‌లవేగమును ప్రత్యక్షముగా నిర్ణయించుటవలననే కాక, ప్రవహణాంకములను నిర్ణయించుటకు ఉపయోగించు పరోక్షపద్ధతులుకూడ కలవు. అందొకటి హిటార్ఫ్ చేతనే స్థాపించబడినది. విద్యుత్‌విశ్లేషణకార్యము జరుగుటవలన, రెండు అగ్రములచుట్టును, విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రవ్యము యొక్క సాంద్రతలో తగ్గింపులు కనబడును. ఈతగ్గింపులు సమరాశిలో ఉండవు. వీటినిష్పత్తి విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రవ్యము యొక్క అయన్‌వేగముల ప్రతిలోమనిష్పత్తికి సమముగా ఉండునని చూపవచ్చును.

$$\frac{\text{ధనాగ్రముచుట్టు సాంద్రతాన్యూనత}}{\text{ఋణాగ్రముచుట్టు సాంద్రతాన్యూనత}} = \frac{u_c}{v_a}$$

ఈ $\frac{u_c}{v_a}$ నిష్పత్తికి ఒకటిని కలిపి దాని వ్యుత్క్రమ సంఖ్యను సాధించినచో అయన్ యొక్క ప్రవహణాంకము లభ్యమగును. $1 + \frac{u_c}{v_a} = \frac{u_c + v_a}{v_a}$

$$\text{దీని వ్యుత్క్రమసంఖ్య} = \frac{v_a}{u_c + v_a} = n_a$$

$$1 - \frac{v_a}{u_c + v_a} = \frac{u_c}{u_c + v_a} = n_c$$

మే. వ. స.

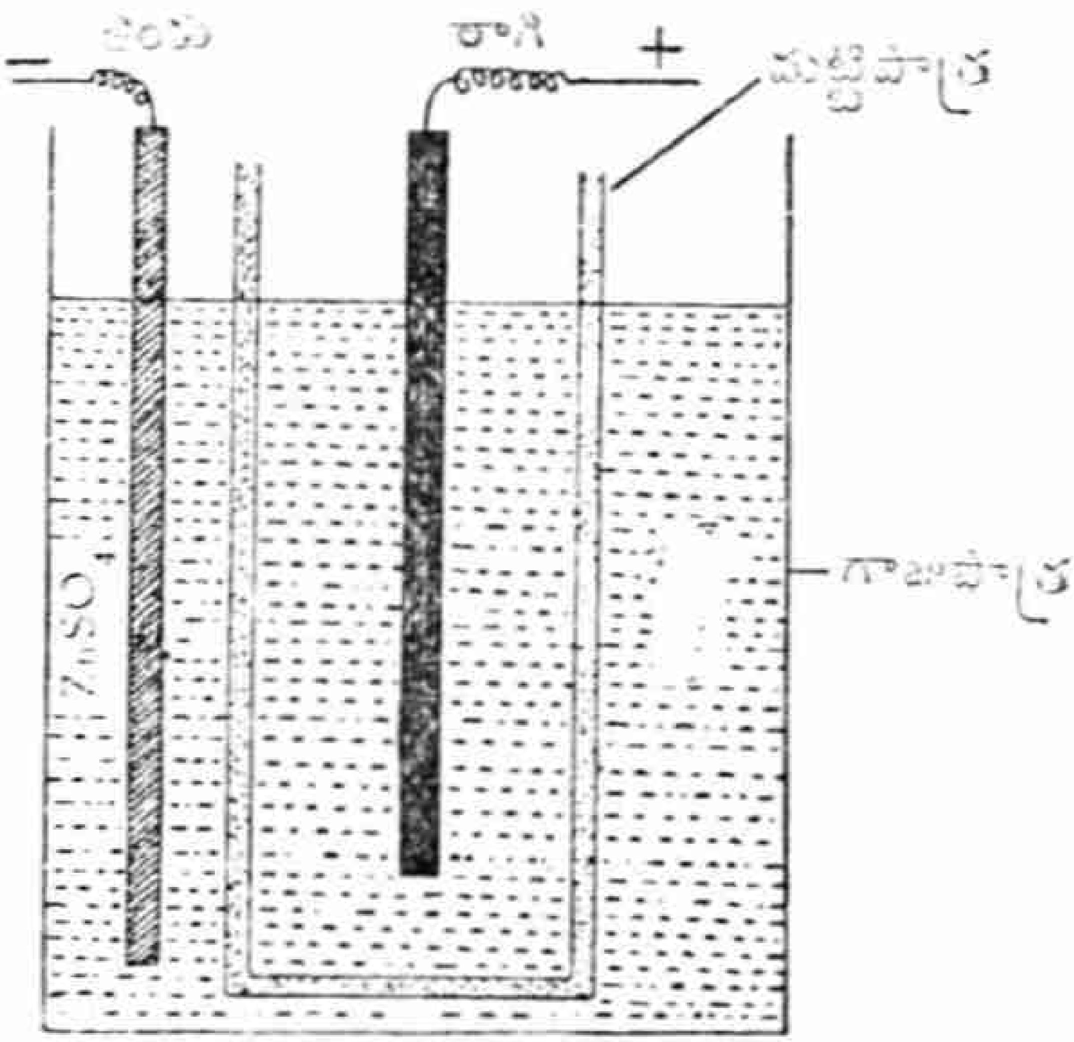
**విద్యుత్ రాసాయనికశాస్త్రము - II :** విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - I లో విద్యుత్‌ప్రవాహ ప్రభావముచే రెండవతరగతికి చెందిన విద్యుద్వాహకములలో గోచరించు రాసాయనికపు మార్పులను పాలించు నియమములను సవిస్తరముగా పర్యాలోచించితిమి. అనగా విద్యుచ్ఛక్తి రాసాయనిక శక్తిగా ఎట్లు మారునో సూచించితిమి. ఈ ప్రకరణములో రాసాయనికశక్తి విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుటకు అనువగు పరిస్థితులను, పరికరములను అనుశీలింతము.

రాసాయనికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు వీలైన పరికరమునకు ' గాల్వనీఘటము ' అని పేరు. గాల్వనీ ఘటస్వభావమును సవిస్తరముగా పరిశీలించుటకు ముందు ఒక్క విషయము చెప్పవలసియున్నది. రాసాయనికశక్తిని విద్యుచ్ఛక్తిగా మార్చుటకు రాసాయనిక ప్రక్రియలో పాల్గొను యౌగికములు అయన్‌లను జనింపజేయగలవిగా ఉండవలెను. అనగా అయన్‌లమధ్య సంభవించు రాసాయనిక ప్రక్రియలే ఘటనిర్మాణమునకు తగినసాధనములు. బొగ్గుగాని, కర్రలుగాని, గంధకముగాని గాలిలో మండుటలో రాసాయనికశక్తి విడుదల అగును. కాని రాసాయనికపు మార్పును చెందుచున్న ఈ ద్రవ్యములలో అయన్‌లు లేకపోవుటచే ఈ ప్రక్రియలు ఘట నిర్మాణమునకు తగినవికావు.

ఘటస్వభావము : ప్రతిఘటమందును రెండవ తరగతి విద్యుద్వాహకమగు విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రావణము, మొదటి తరగతికి చెందిన, అనగా ధాతువులజాతికి చెందిన, రెండు భిన్నవిద్యుద్వాహకములతో కలిసియుండును. ఇట్టి గాల్వనీ ఘటములకు సామాన్యదృష్టాంతము డేనియల్ ఘటము. దీని నిర్మాణము పటము(చూ. పటము-పు.659)లో చూడనగును.

ఇందు కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో కొంత మునిగియున్న రాగిపలక, అట్లే జింకుసల్ఫేట్‌లో కొంత మునిగి ఉన్న జింకుపలక అగ్రములుగా ఆచరించును. కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణము మట్టిపాత్రలోనుంచి, దానిని జింకు

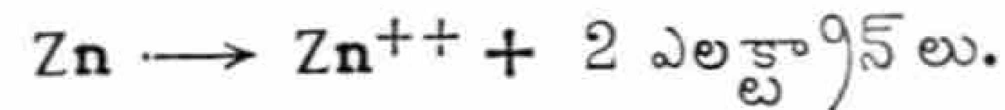
సల్ఫేట్ ద్రావణములో దింపుటవలన రెండుద్రావణములు వేరుచేయబడినవి. అయినను మట్టిపాత్ర గోడలయందు సూక్ష్మరంధ్రములు ఉండుటచే ఈ రెండు ద్రావణముల యొక్క పరస్పర సంపర్కమునకు అడ్డు లేదు. ఇచ్చట రాగి ధనాగ్రముగను, జింకు ఋణాగ్రముగను ఆచరించును. రాగి పలకను,జింకు పలకను ద్రావణమునకు వెలుపలధాతుతీగతో కలిపినప్పుడు రాగినుండి జింకువైపు విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నట్లు గాల్వనీ మీటరు చూపును. ఇట్టి ఘటమునందు విద్యుత్తు ఎటుల జనించుచున్నది అను ప్రశ్నకు సమాధానము వోల్టా తొలిఘటమును నిర్మించిన కాలము (1799) నుండియు శాస్త్రజ్ఞులు వెతుకుచున్నారు.



1 వ పటము : డేనియల్ ఘటము

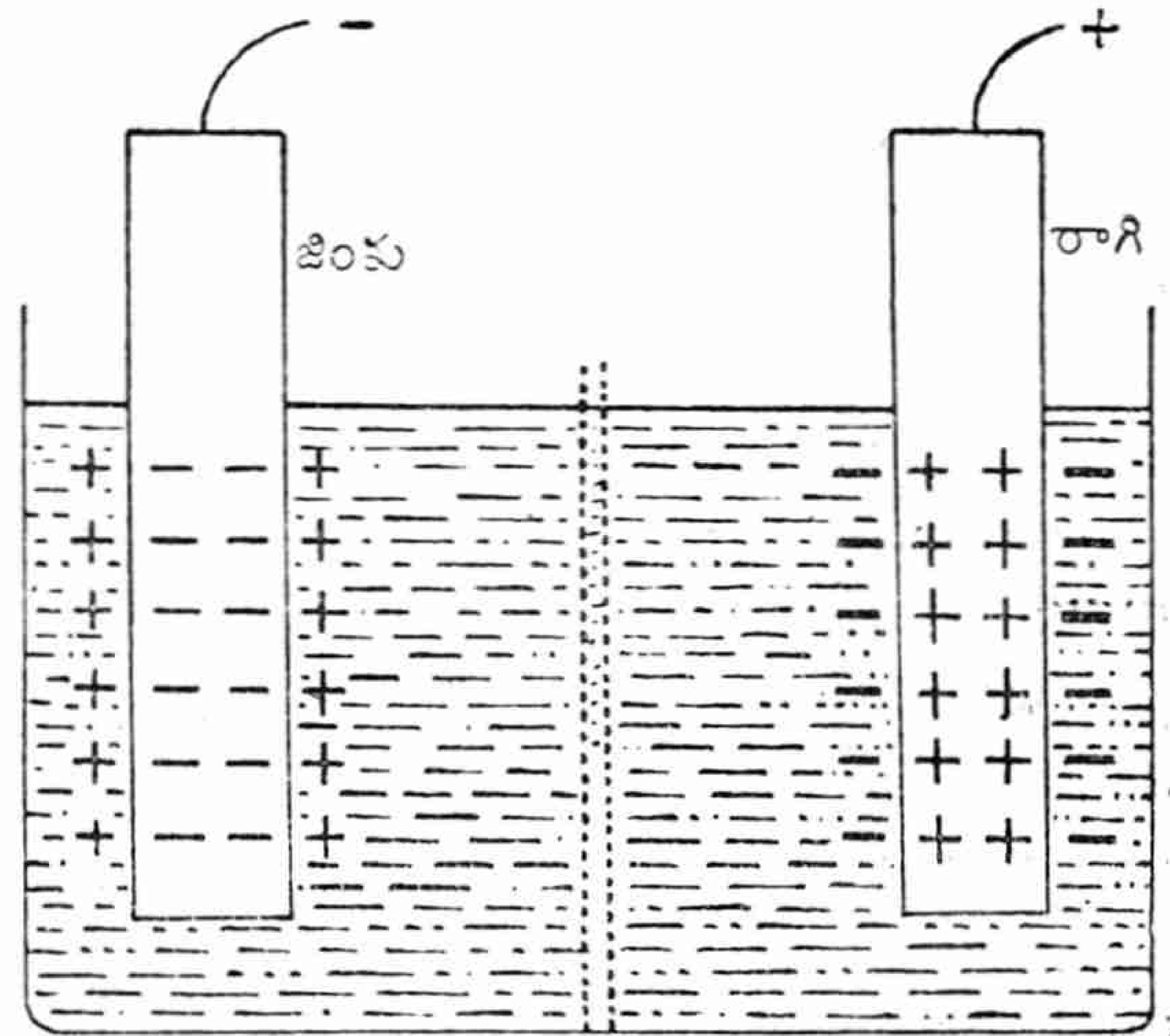
1889 లో నెర్న్స్ట్ అను జర్మను భౌతిక రాసాయనికుడు ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమును కల్పించెను. నెర్న్స్ట్‌సిద్ధాంతము సరియైనది కాదని నూతన అన్వేషణలవలన తెలిసినను ఘటములో విద్యుత్తును ఉత్పత్తిచేయు ప్రక్రియల స్వభావమును బోధపరచుకొనుటకు ఈ సిద్ధాంతము చాల ఉపకరించును. అందువలన ఈ సిద్ధాంతమును ఇక్కడ చర్చింతము. ఒకే ద్రావ్యము విలీనమైయుండి భిన్నసాంద్రతలు గల రెండు ద్రావణములకు పరస్పర సంపర్కము కల్పించినపుడు సాంద్రత ఎక్కువగానున్న స్థలమునుండి తక్కువ సాంద్రత గల స్థలమువైపు ద్రావ్యము కదలును. అట్లే ద్రవ్యములు వేరువేరుగా ఉన్నపుడు వాటిలో విద్యుత్తు భిన్న సాంద్రతలలో సమతాస్థితిలో ఉన్నదనుకొనినచో వాటికి పరస్పర సంబంధము కల్పించినపుడు విద్యుత్తు ఎక్కువగా ఉన్న ద్రవ్యమునుండి తక్కువగానున్న దానివైపు కదలుటకు అవకాశము కలుగును. ఈ కదలుటలో విద్యుత్తును కోలుపోయినవస్తువు ధనావేశమును, విద్యుత్తును గ్రహించినది ఋణావేశమును స్వీకరించును. భిన్న ఆవేశములు కల ఆ రెండు వస్తువులయొక్క సంపర్కతలమున విరుద్ధావేశములుగల జంట పొర ఒకటి ఏర్పడును. ధాతుశలాకను ఒక దానిని ద్రవములో ఉంచునపుడుకూడ ఇట్టి జంటపొర ఏర్పడును. పై వివరణమును అనుసరించి ఏదేని ధాతుఫలకమును ఆ ధాతువునుండి ఉత్పన్నమైన లవణ ద్రావణములో ముంచిన ఏమగునో విచారింతము.

డేనియల్ ఘటములో జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణమునందు జింకు ఫలకమును ముంచిన వెంటనే ఆ ఫలకమునుండి జింకు అయన్‌లు విడివడి ద్రావణమును ప్రవేశించును. జింకు పరమాణువులు జింకు అయన్‌లుగా మారునపుడు ప్రతి జింకు పరమాణువును రెండు ఎలక్ట్రాన్‌లను కోలుపోవును. ఆ ఎలక్ట్రాన్‌లు జింకు ఫలకముపై నిలచిపోవును:



$$Zn \longrightarrow Zn^{++} + 2 \text{ ఎలక్ట్రాన్‌లు.}$$

అందువలన జింకుఫలకము ఋణావేశముగలది అగును. ఋణావిష్టమైన జింకుఫలకము పరిసరములనున్న ధనావిష్టమైన జింకు అయన్‌లను ఆకర్షించుటవలన జింకు ఫలకముపై ఎలక్ట్రాన్‌ల ఋణావేశము ఒక పొరగాను, ఆ పొరవలన ఆకర్షింపబడిన ధనావిష్ట జింకు అయన్‌ల ధనావేశము ఇంకొక పొరగాను జంటపొర ఏర్పడును. దీనికి హెల్మ్ హోల్ట్స్ జంటపొర అని పేరు. జింకు ఫలకము జింకు అయన్‌లను ద్రావణములోనికి పంపు ప్రక్రియ జంటపొర ఏర్పడిన వెంటనే ఆగిపోవును. ఈ ప్రక్రియ నిజముగా ఒక త్రుటిలో ముగియును. ఇట్లే చుట్టునున్న ధనావిష్టమైన రాగి అయన్‌లు రాగిఫలకముపై ప్రోగై ఫలకము ధనావిష్టమగును. ఈ ఫలకము ద్రావణములోనున్న విరుద్ధ ఆవేశములుగల సల్ఫేట్ అయన్‌లను ఆకర్షించుటవలన మరల ఈ ఫలకముపైనకూడ జంటపొర ఏర్పడును. ఈ సన్నివేశము క్రింది చిత్రములో చూపినట్లు ఉండును.



2 వ పటము : హెల్మ్‌హోల్ట్స్ జంట పొర

ఈపొరలు ఏర్పడుకార్యము ధాతువులను ద్రావణములో ముంచిన ఉత్తర క్షణములో జరిగిపోవుటయేగాక

ఫలకమునుండి ద్రావణములోనికి ప్రవేశించిన జింకు అయన్‌లు, ద్రావణమునుండి ఫలకముపై చేరిన రాగి అయన్‌లు రాశిలో అత్యంత స్వల్పముగా ఉండును. ఇట్టి పరిస్థితిలో జింకుఫలకమును, రాగిఫలకమును ధాతుతీగతో కలిపినచో జింకు ఫలకముపైనున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు రాగిఫలకమువైపునకు దూకి తత్ఫలితముగా దానిపై చేరిన రాగి అయన్‌లు రాగి పరమాణువులుగా మారి దానిపై నిక్షిప్తమగును. ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు జింకుఫలకమునుండి లేచిపోవుటచే జింకుఫలకముపై చేరిన జంటవిద్యుత్తుల పొరయును, రాగి అయన్‌లు రాగిగా మారుటచే రాగిఫలకముపై చేరిన జంట విద్యుత్తుల పొరయును మాయమగును. పొరపోయిన వెంటనే జింకుఫలకము నుండి మరల జింకు అయన్‌లు ద్రావణమున ప్రవేశించుటయు, రాగి అయన్‌లు ద్రావణమునుండి రాగి ఫలకముపై చేరుటయు సంభవించుట వలన మరల రెండు ఫలకములపై జంటపొరలు ఎప్పటి యట్లేర్పడును. ఇట్లు పొర ఏర్పడుట, మరల నశించుట అను కార్యములు జింకు ఫలకమంతయు ద్రావణములో లీనమగువరకుగాని, లేదా కాపర్‌సల్ఫేట్ ద్రావణములో రాగి అయన్‌లు అయిపోవువరకుగాని ఆ వృత్తిక్రమమున జరుగుచుండును.

ఈ కార్యపరంపరలో జింకుఫలకము నుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు రాగివైపు ప్రవహించుటయే విద్యుత్ ప్రవాహముగా పరిగణించవలెను.

విద్యుత్ ప్రవాహమునకును, ఎలక్ట్రాన్‌లకును, సంబంధమున్నదని తెలియకపూర్వము రాగినుండి ధనవిద్యుత్తు జింకువైపు ఆ రెండు ఫలకములను కలుపుచున్న తీగ ద్వారా ప్రవహించుననని అనుకొనెడివారు. విద్యుత్ ప్రవాహము అనగాఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహముగాని, అయన్‌ల ప్రవాహముగాని కావలెను. అది ఘటము వెలుపల జింకు నుండి రాగివైపు జరుగుచున్నది. ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహము ఋణవిద్యుత్ ప్రవాహము కనుక ధనవిద్యుత్తు ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమునకు విరుద్ధదిశలో ప్రవహించుచున్నది అనుకొనినను తప్పులేదు. ఏలన విద్యుత్తు శాస్త్రరీత్యా ఒక వైపు చలించుచున్న ఒక చిహ్నమును గలిగిన విద్యుత్తును విరుద్ధదిశలో చలించుచున్న విరుద్ధచిహ్నముగల విద్యుత్తుగా భావించవచ్చును.

పంచదారముక్కలను నీటిలో పడవేసినప్పుడు ఆ ముక్కలనుండి పంచదార అణువులు విడిపోయి నీటిని ప్రవేశించును. నీటిని ప్రవేశించి ద్రావణముగా మారుటకు పంచదార అణువులకుగల ఉబలాటమును 'ద్రావణతన్యత' అని వ్యవహరింతుము. అట్లే ద్రవములలో ఉంచిన ప్రతి ధాతువునకును అయన్‌గామారి ద్రావణమును ప్రవేశించుటకు నియతప్రావణ్యము (టెన్‌డెన్సీ) ఉండును. ఈ ప్రావణ్యమునకు ధాతువులయొక్క ద్రావణతన్యత అని నెర్న్‌స్ట్ పేరిడెను. ధాతువులయొక్క ద్రావణతన్యత వాటి స్వభావమునుబట్టి ఉండును. డేనియల్ ఘటములో జింకుధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యత చాల ఎక్కువ. అందువలననే జింకు అయన్‌లుగా మారుటకు ప్రావణ్యమును చూపును. జింకుయొక్క ప్రావణ్యమునకు అడ్డుతగులు పరిస్థితులు రెండు ఉన్నవి. అందులో మొదటిది హెల్మ్‌హోల్ట్స్ జంటపొర. జంటపొరఏర్పడిన తరువాత దానిని ఛేదించుకొని జింకు అయన్‌లు ద్రావణమును ప్రవేశింపజాలవు. రెండవది ద్రావణములో ఇదివరకున్న జింకు అయన్‌ల సాంద్రత. సాంద్రత ఎక్కువగుకొలది జింకు అయన్‌లు ద్రావణమును ప్రవేశించుట తగ్గును. కాని జింకు విషయములో దానికున్న ద్రావణతన్యతను పూర్తిగ ప్రతిఘటించగల సాంద్రతను కల్పించుట పొసగదు. ఏలన సాంద్రతకు ఒక పరిమితి ఉన్నది; ఆ మితిదాటి జింకుసల్ఫేట్ ద్రావణములో కరుగదు. రాగి విషయములో ద్రావణతన్యత చాలస్వల్పము. అందువలన చాల తక్కువ సాంద్రతగల కాపర్‌సల్ఫేట్ ద్రావణములలో కూడ రాగియొక్క ద్రావణతన్యత రాగిని అయన్‌లుగా మార్చుటకు చాలదు సరికదా రాగి అయన్‌లే రాగిఫలకముపై చేరును.

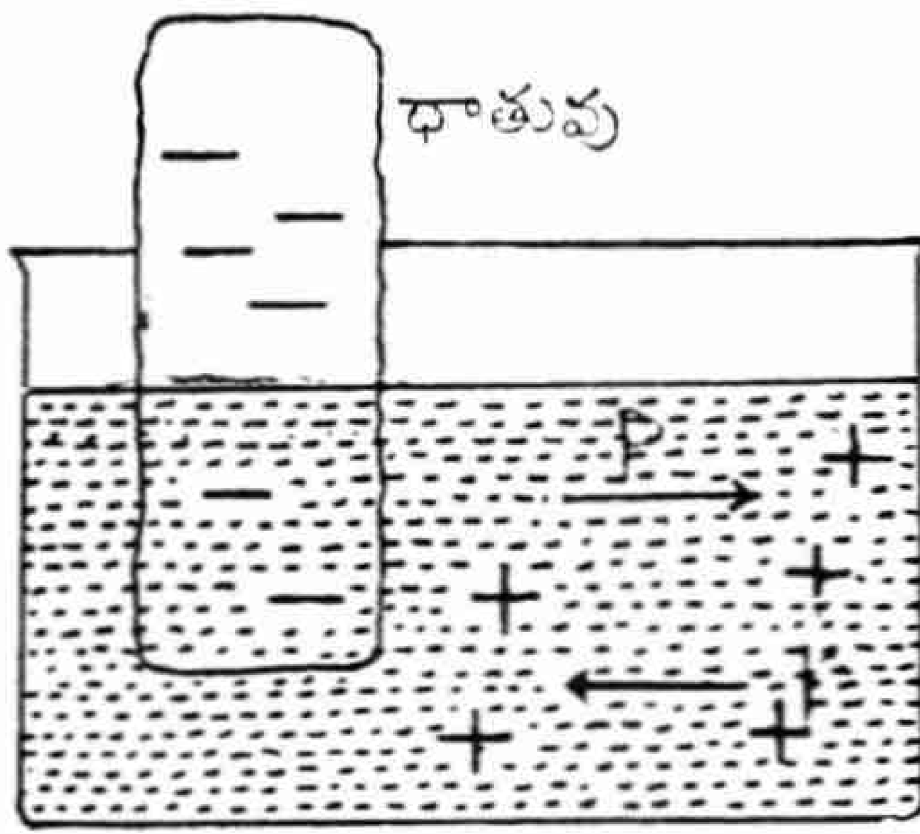
జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణముయొక్క సాంద్రతను జింకుయొక్క ద్రావణతన్యతను ప్రతిఘటించుదాక మనము పెంచలేకపోయినను, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములోని రాగి అయన్‌ల క్లిష్టఅయన్‌లుగా మార్చునట్టి పొటాసియమ్ సైనైడ్ లవణమును చేర్చుటవలన రాగిఅయన్ సాంద్రతను బొత్తిగా తగ్గించివేయ వచ్చును. ఇట్టిస్థితిని చేకూర్చ గలిగినచో రాగి యొక్క ద్రావణతన్యతకు చేయూత ఇచ్చినట్లగును. దీనితోపాటు జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణమును సంతృప్తముగా ఒనర్చినపుడు రాగి ఫలకము నుండి రాగి అయన్‌లు ద్రావణమును ప్రవేశించుటయు, జింకుఫలకముపై జింకుఅయన్‌లు ప్రోగగుటయు సంభవించును. అప్పుడు రాగి ఋణావిష్టముగాను, జింకుధనావిష్టముగాను మారి రాగినుండి ఎలక్ట్రాన్‌లు జింకువైపు కదలును. అనగా మునుపటిప్రవాహదిశకు విరుద్ధదిశలో ఇప్పుడు ప్రవాహము సంభవించును. ప్రయోగముచే విద్యుత్ ప్రవాహదిశలోని ఈమార్పును కనపర్చవచ్చును. అందువలన నెర్న్‌స్ట్‌ద్రావణతన్యతాసిద్ధాంతము కొంతమట్టుకు రుజువైనదని చెప్పుటకు వీలున్నది.

ఈవివరణలోని రెండు ముఖ్యవిషయములను మనము గ్రహించవలయును. అందు మొదటిది - ప్రతిధాతువునకు అయన్‌గామారుటకు కొంత ప్రావణ్యముఉండును. దానికే ద్రావణతన్యత అని పేరు. రెండవది - ద్రావణములో ఇది వరకున్న ధాతుఅయన్‌ల సాంద్రత ధాతువు యొక్క ద్రావణతన్యతను ప్రతిఘటించును. ద్రావణములో నున్న అయన్‌లసాంద్రతకు ఆ ద్రావణముయొక్క ద్రవాభిసరణ ప్రేషము మానము. ద్రావణతన్యతను P అనియు, ద్రవాభిసరణప్రేషమును $p$ అనియు గుర్తించినచో P, $p$ ల మధ్య సంబంధము మూడు విధములుగా ఉండును. $p$ కన్న P ఎక్కువైనపక్షమున కొద్దిగా ధాతు అయన్‌లు ద్రావణమున ప్రవేశించి ధాతువు ఋణావేశముకలదగును (చూ. 3 a పటము). పరిసరద్రావణము ధనావేశమును పొందును. $p$ కన్న P తక్కువైనపుడు (చూ. 3 c పటము) లేశ

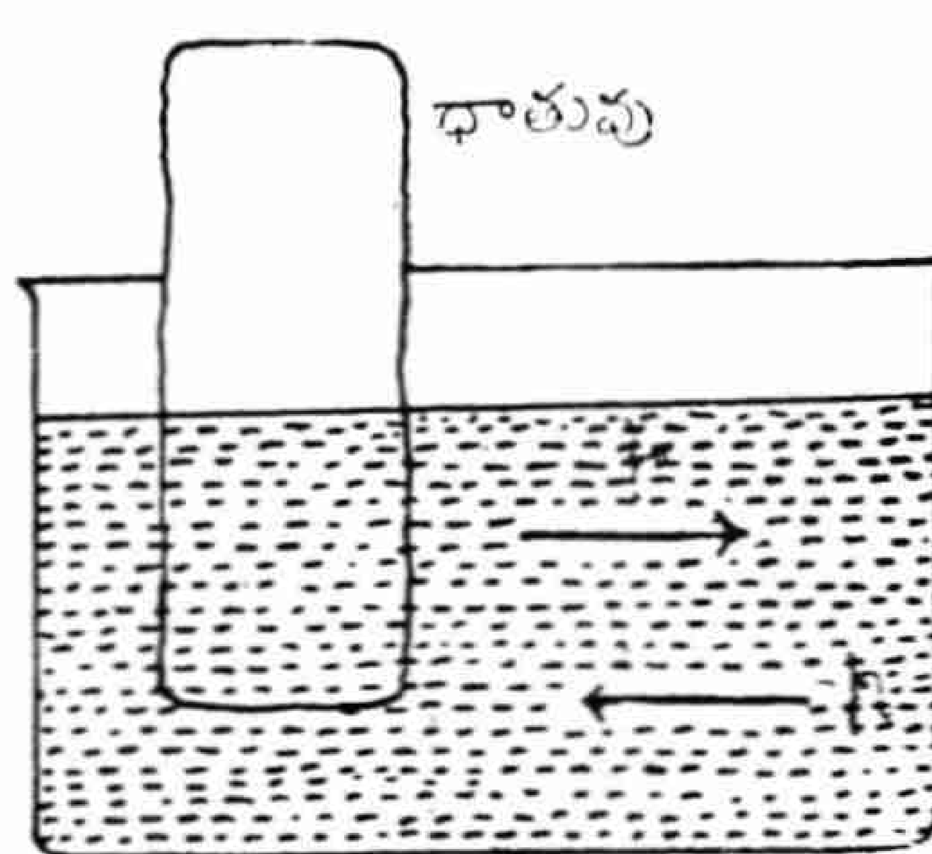
అని శక్తిశాస్త్ర ప్రకారము చూపవచ్చును. ఇచ్చట $ln$ అనునది నేపీరియన్ ఘాతాంకమునకు గురుతు. అదిగాక ఒకతుల్యభారముధాతువు అయన్‌గా మారినపుడుగాని, లేదా అది ధాతువుగా నిక్షిప్తమైనపుడు గాని 96,540 కూలామ్‌ల (1 ఫారడే) విద్యుత్‌రాశి లభ్యమగుటయో, ఖర్చు అగుటయో సంభవించును. ధాతుఅయన్ యొక్క యోజనీయత n అయినప్పుడు దానితో సంగతమైన విద్యుత్‌రాశి n తుల్యభారములు లేదా $n \times 96{,}540$ కూలామ్‌లు (n ఫారడేలు) అగును. విద్యుత్‌రాశిని విద్యుచ్ఛక్మ (E) తో గుణించినచో విద్యుత్ కార్యము యొక్క విలువ లభ్యమగును.

$$\text{విద్యుత్‌కార్యము} = n \times 96{,}540 \times E$$

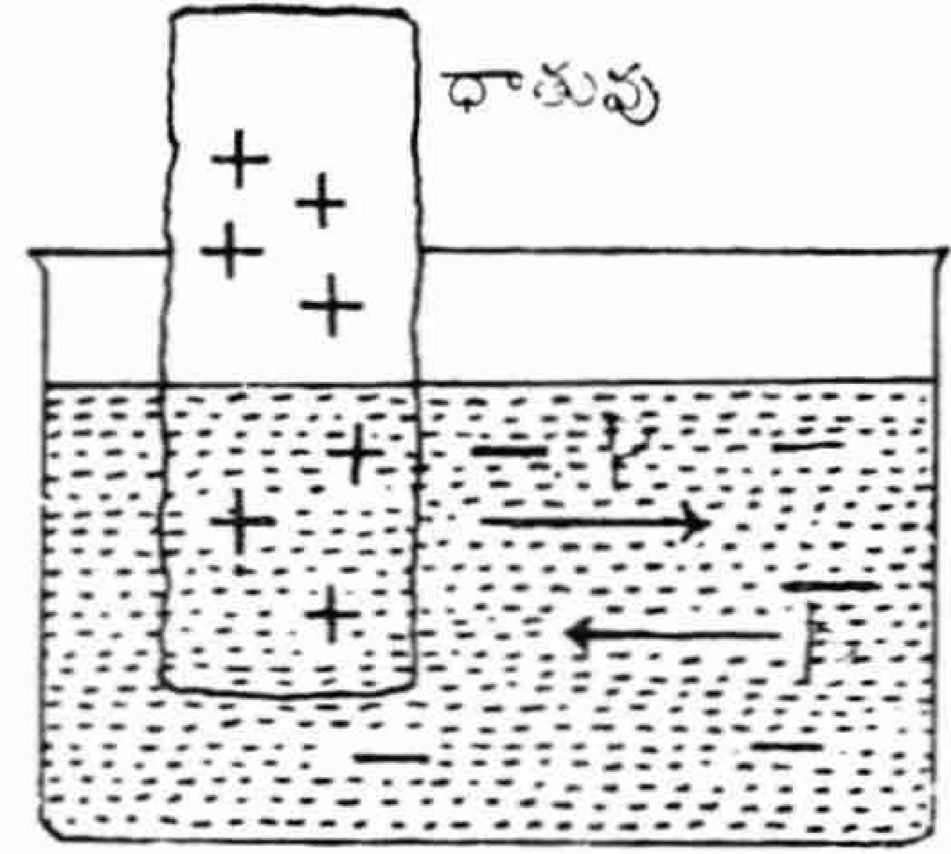
ఇప్పుడు ధాతుఅయన్‌లు ధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యతాప్రభావమున ద్రావణములోనున్న ధాతుఅయన్‌ల



3 a పటము : $P > p$



3 b పటము : $P = p$



3 c పటము : $P < p$

మాత్రము అయన్‌లు ధాతువుపై నిక్షిప్తమగును. పై ధాతువు ధనావేశమును, పరిసర ద్రావణము ఋణావేశమును స్వీకరించును. $P = p$ అయినప్పుడు (చూ. 3 b పటము) పై సంఘటనలేవియు జరగవు.

ఏదేని ఉపాయముచే ధాతువులపైనున్న ఆవేశములను రద్దుచేయగలిగినచో 3 a పటములో చూపిన పక్షములో ధాతువు అడ్డులేకుండ అయన్‌లుగా ద్రావణమున ప్రవేశించును ; 3 c పటములో చూపిన పక్షములో ధాతు అయన్‌లు ధాతువుపై విస్తారముగా నిక్షిప్తమగును.

స్వతఃప్రేరితములగు ఈ రెండు ప్రక్రియలును, నియత రాశిపనిని పరిసరములకు అందజేయగలవు. ఏలన స్వతఃప్రేరితమగు ఏప్రక్రియనుండియైనను కార్యసిద్ధికలుగుటకు వీలగును (చూ. రాసాయనిక మైత్రి - పు. 580).

ఏదేనిద్రవ్యము P అను ప్రేషమునుండి $p$ అనుప్రేషమునకు మారుటలో ప్రసక్తమైయుండు పని : $(A) = RT ln \frac{P}{p}$

ద్రవాభిసరణప్రేషమునకు ఎదురుగా ద్రావణమును ప్రవేశించుటలో జరిగినపని

$A = RT\ ln \frac{P}{p}$ అగును. (ఇచ్చట R ద్రావణ స్థిరాంకము, T పరమతాపక్రమము.) ఇది ధాతువు అయన్‌గా మారుటలో ప్రసక్తమైయున్న విద్యుత్‌కార్యమునకు, అనగా: $n \times 96{,}540 \times E$ కు సమానమగును:

$$E \times n \times 96{,}540 = RT\ ln \frac{P}{p}$$

తాపక్రమము $18^{0}C$ లేదా $291^{0}K$ పరమతాపక్రమము అని తీసికొని R యొక్కవిలువను జౌల్‌లలో వ్యక్తపరచి సాధారణ ఘాతాంకములకు మార్చిన:

$$E = \frac{0{\cdot}0577}{n} \log \frac{P}{p} \text{ అగును.}$$

ధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యతను సరిగా రద్దుచేయగల ద్రవాభిసరణప్రేషము $C_0$ అను సాంద్రతగల ద్రావణమునకు కలదనుకొందము. $C_0$ ద్రావణతన్యతను (చూ. 3 b పటము) ప్రతిఘటించకలిగినది కనుక $C_0$ను ద్రావణ

తన్యతకుకూడ మానముగా తీసికొనవచ్చును. ద్రావణము యొక్క ద్రవాభిసరణప్రేషము దాని అణుసాంద్రతను పట్టి ఉండును. అందుచే C అను ద్రావణ సాంద్రతను $p$ కి మానముగా గ్రహించ వచ్చును. అట్టిచో $E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{C_0}{C}$ అగును. C = 1 అగుపక్షములో అనగా ద్రావణములో లీటరునకు ఒక తుల్యభారము చొప్పున ద్రావ్యము విలీనమైయున్నపుడు :

$$E = \frac{0.0577}{n} \log C_0 \text{ అగును.}$$

E అనునది ధాతువునకు, పరిసరద్రావణమునకు మధ్యనున్న విద్యుచ్ఛక్మను తెలియజేయును. ప్రతి ఘటము నందును రెండు విద్యుదగ్రములు ఉండును. ఈ రెండిటి వద్దను రెండు విద్యుచ్ఛక్మలు ఉద్భవించును. ఘటము యొక్క మొత్తపువిద్యుచ్ఛక్మ ఈ రెండిటిభేదము.

డేనియల్ ఘటములో జింకుకు, ద్రావణమునకు మధ్యను ఒకశక్మ ($E_1$), ద్రావణమునకు, రాగికి మధ్య ఇంకొకటి ($E_2$) ఉండును. రాగి, జింకు యోజనీయతలు రెండు

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_1}{p_1}; \\ E_2 &= \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_2}{p_2} \end{aligned}\right\}$$

ఈ రెండిటి భేదము :

$$E = E_1 - E_2 = \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_1}{p_1} - \frac{0.0577}{2} \log \frac{P_2}{p_2}$$

$$= \frac{0.0577}{2} \left\{ \log \frac{P_1}{p_1} - \log \frac{P_2}{2} \right\}$$

ధాతువుయొక్క ద్రావణతన్యత (P) ప్రయోగమునకు అందుబాటులోనున్న రాశి కాదు. అందువలన ఈ రూపములో నెర్న్‌స్ట్ సమీకరణమును ప్రయోగముచే సమర్థించుటకు వీలు లేదు. కాని దీనికి ఒక ఉపాయము ఉన్నది. ఘటమునందు రెండు అగ్రములు ఒక ధాతువుచే చేయబడిన పక్షమున $P_1 = P_2$ అగును. అప్పుడు

$$E = \frac{0.0577}{n} \left\{ \log \frac{P_1}{p_1} - \log \frac{P_2}{p_2} \right\} \text{ లేదా}$$

$$E = \frac{0.0577}{n} \left\{ \log \frac{P_1 \times p_2}{P_2 \times p_1} \right\} \text{ అను సమీకరణము}$$

$$E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{p_2}{p_1} \text{ అగును.}$$

$p_2$, $p_1$ లకు బదులు లీటరుతో సంబంధించిన ద్రావణ సాంద్రత లను వాడవచ్చును. అప్పుడు $E = \frac{0.0577}{n} \log \frac{c_2}{c_1}$ అగును. ఇచ్చట $c_1$, $c_2$లు ఒకే అయన్ ద్రావణముయొక్క భిన్న సాంద్రతలు.

రెండు రాగిఫలకములు భిన్నసాంద్రతలుగల కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములలో మునిగియున్నపుడు ఇట్టిఘటము తయారగును. దీనికి సాంద్రతాఘటము (కాన్‌సెన్‌ట్రేషన్ సెల్) అని పేరు. సాంద్రతలను ప్రయోగముచే సులభముగా నిర్ణయించుటకు వీలున్నది కనుక, పై సమీకరణము నుండి E ని లెక్కించవచ్చును. లెక్కించగా వచ్చిన E యొక్క విలువ, ప్రయోగముచే నిర్ణీతమైన E యొక్క విలువకు సమానమగునెడల నెర్న్‌స్ట్ సమీకరణము సమర్థింపబడును. (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II : హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతాపేటిక - పు. 666).

నెర్న్‌స్ట్‌సిద్ధాంతములోని ముఖ్యమైన ద్రావణతన్యతాభావము వాస్తవికస్థితిని తెలియజేయునది కాదనియు, అది కేవలకాల్పనికమనియు నవీనులు ఖండించిరి. నవీనులు కూడ ఘటముయొక్క విద్యుచ్ఛక్మను నెర్న్‌స్ట్ సమీకరణమునకు పోలిన సమీకరణముచే వివరించిరి. కాని దానిని సాధించుటలో నవీనులు ద్రావణతన్యతాభావమును ఉపయోగించలేదు. అగ్రమునకు, పరిసరద్రావణమునకు మధ్యను స్థాపితమై సమతాస్థితిని గ్రహించిన రాసాయనిక ప్రక్రియలను ఉపయోగించి వీరు ఘటముయొక్క శక్మను లెక్కించిరి. విధానమేదైనను పర్యవసానము ఒకటియే అయినది. అదిగాక ఘటము యొక్క విద్యుచ్ఛక్మ ధాతువు ద్రావణముతో సంపర్కమున్నస్థలమున జనించుచున్నట్లు నెర్న్‌స్ట్ నిరూపించెను. ఘటములో రెండు భిన్నాగ్రములును కలసియున్నచోట శక్మ ఉదయించుచున్నదని నవీనులు క్వాంటం సిద్ధాంతగణితముచే నిరూపించిరి.* ఈ గణితము చాల దురవగాహమగుటచే ఇక్కడ విస్తరించుటకు వీలుకాదు.

విద్యుచ్చాలక బలమును కొలచుట : వేరువేరు ఘటముల నుండి లభ్యమగు విద్యుచ్ఛక్తిని సరిపోల్చ వలసి వచ్చినపుడు ఘటములో ఒక తుల్యభారము ద్రవ్యము రాసాయనికముగా మారునపుడు వెలువడిన శక్తిని కొల్చుట ప్రాయోగికముగా సులభము. ఏలన ప్రతి తుల్యభారద్రవ్యముతో ఒక ఫారడే (F) విద్యుత్‌రాశి సంగతమై ఉండును. అందువలన ఘటముయొక్క విద్యుచ్ఛక్తిని కొలచుటలో దానికి విశిష్టమగు విద్యుచ్చాలక బలము Eను

* R. W. Gurny Proc. Roy. Soc A. 134, 137, (1931)

కొలచిన చాలును. ఈ విద్యుచ్చాలకబలము E ని F చే గుణించినచో విద్యుచ్ఛక్తి లభ్యమగును.

విద్యుచ్ఛక్తి = E × F

ఘటములను స్థూలముగా అపరివర్తనీయఘటములు, పరివర్తనీయఘటములు అని విభజింపవచ్చును.

అపరివర్తనీయఘటములు : కొంచెము ఆమ్లముతో కలిపిన నీటిని ప్లాటినమ్‌ఫలకములమధ్య విద్యుత్‌విశ్లేషణమునకు గురిచేసినచో ఒక ఫలకముమీద హైడ్రోజన్, రెండవ దానిమీద ఆక్సిజన్ నిక్షిప్తము అగును. ఇట్టి స్థితిలో ఘటముగుండా విద్యుత్‌ప్రవాహమును ఆపివేసి రెండు ప్లాటినమ్ ఫలకములను తీగతో కలిపినచో ఆ రెండింటి మధ్యను కొంచెము విద్యుత్తు ప్రవహించి అచిరకాలములో ఆగిపోవును. అనగా ఒకదానిపై హైడ్రోజన్, ఇంకొకదానిపై ఆక్సిజన్ చేరుటవలన అగ్రముల స్వభావము మారి మొదటి విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగ విరుద్ధశక్మ ఒకటి ఏర్పడును. ఇట్టి స్థితికి విద్యుత్‌ధ్రువనము అని పేరు. ఘటముగుండా ప్రవహించు విద్యుత్‌ప్రవాహమునకు ఈ ధ్రువనము అడ్డుతగులును. ధ్రువనమువలన జనించిన ఎదురు శక్మను ప్రతిఘటించునట్లు ప్రవాహశక్మను ఎక్కువ చేసినగాని, ఘటముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించదు. అందువలన ధ్రువనము సంభవించుఘటములలో విద్యుచ్ఛక్తి కొంత నష్టమగును. ఇట్టి ఘటములను అపరివర్తనీయ ఘటములని అందురు. ఈ ధ్రువనము లేకుండచేయుటకు అగ్రములపై చేరి వాటిస్వభావమును మార్చు వాయువులను తొలగించవలయును. ఇందుకై విధ్రువకములు (డీపోలరైజర్స్) గా ఆచరించు ద్రవ్యములను వాడుకచేయవలెను. ఉదాహరణమునకు లక్లాంషేఘటములో కార్బన్ ఫలకము ధనాగ్రము; జింకుఫలకము ఋణాగ్రము; అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము విద్యుత్‌విశ్లేష్య ద్రవ్యము. జింకుధాతువు ద్రావణములో విలీనమై తుల్యరాశి హైడ్రోజన్ కార్బన్ ఫలకముపై విడుదల అగును. ఈ రాసాయనిక ప్రక్రియ విద్యుజ్జనకముగా ఆచరించును. ఈ విడుదలయైన హైడ్రోజన్ కార్బన్‌ఫలకమును ధ్రువీకరించును. అందువలన ఘటమునుండి లభ్యమగు విద్యుచ్ఛక్మము చాల తగ్గిపోవును. కాని ఘటములో కార్బన్ ఫలకము చుట్టునున్న మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్ ముద్ద హైడ్రోజన్‌ని ఆక్సీకరించి నీరుగా మార్చును. అందువలన కార్బన్ ఫలకముపై హైడ్రోజన్ కూడుకొనుటకు వీలులేదు. ఈ కారణముగా ధ్రువనము ఆగిపోవును.

బున్‌సెన్‌ఘటములోకూడజింకు, కార్బన్‌లే అగ్రములు. అచ్చట కార్బన్‌చుట్టునున్న నైట్రిక్‌ఆసిడ్ ధ్రువనమును జరుగనీయదు. ఇటులనే బైక్రోమేట్‌ఘటములో కార్బన్ చుట్టునున్న ఆమ్లితపొటాసియమ్ బైక్రోమేట్‌ద్రావణము మరల ధ్రువననిరోధకముగా ఆచరించును (చూ. విద్యుత్ ఘటములు - పు. 634).

పరివర్తనీయఘటములు : డేనియల్‌ఘటము పనిచేయుచున్నప్పుడు ద్రావణములో ఒకవైపు జింకు కరగుటయు, రెండవవైపు రాగి నిక్షిప్తమగుటయు సంభవించును. ఈ కార్యముల ఫలముగా రెండుఅగ్రములయొక్క రాసాయనికస్వభావమందు మార్పేమియు కలుగదు. జింకు జింకుగానే ఉండును; రాగి రాగిగానే ఉండును. అల్లే వాటి చుట్టు ఉన్న ద్రావణములలో సాంద్రతలోనిమార్పును తప్పించిన మరియేమార్పును కానరాదు.

ఘటముచే పనిచేయించుటకు బదులు దానిగుండా విరుద్ధదిశలో విద్యుత్‌ప్రవాహమును పంపవచ్చును. దీనికై డేనియల్‌ఘటపు రాగిఅగ్రమును 1·1 వోల్టుకన్న హెచ్చు శక్మగల ఇంకొక బ్యాటరీ ధనాగ్రముతోను, జింకు అగ్రమును దాని ఋణాగ్రముతోను కలిపినచో డేనియల్ ఘటముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఈ ప్రవహించుటలో రాగి ధనాగ్రముగా ఆచరించి కాపర్‌సల్ఫేట్ రూపమున ద్రావణమందు లీనమగును. జింకు ఋణాగ్రముగా ఆచరించి అందుపై జింకుధాతువు నిక్షిప్తమగును. ఈ ప్రక్రియా పర్యవసానమునకూడ అగ్రములయొక్క తొంటిస్వభావమునందు ఏమార్పును కలుగలేదు. డేనియల్‌ఘటము పనిచేయునపుడు జరుగు ప్రక్రియకు విరుద్ధ ప్రక్రియ దానిగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించుటవలన జరిగినది. ఈ మార్పువలన మరల డేనియల్‌ఘటము మునుపటివలె పనిచేయుటకు సిద్ధముగానున్నస్థితిలోనికి వచ్చినది. ఇట్టి డేనియల్ ఘటమువంటి ఘటములకు పరివర్తనీయఘటములని పేరు. ఇట్టి ఘటములు పనిచేయుటవలన వ్యయమైపోయిన రాసాయనిక ద్రవ్యములను, వాటిగుండా విరుద్ధదిశలో విద్యుత్తును ప్రవహింపజేయుటవలన మరల జనింపచేసి ఘటమును కార్యకారిగా ఒనర్పవచ్చును.

పరిశోధనాగారములలో చాల వాడుకలోనున్న ఘటములు (సంచాయకఘటములు) ఈ తరగతికి చెందినవి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి రెండురకములు; సీసపుసంచాయకఘటము, ఆడిసన్‌సంచాయకఘటము (చూ. విద్యుత్‌సంచాయకఘటములు - పు. 669.).

ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ఘటములు : డేనియల్‌ఘటమువంటి ఘటములలో విద్యుచ్ఛక్తి జనింపజేయు రాసాయనిక ప్రక్రియ విధిగా ఆక్సీకరణమో, ఆక్సీహరణమో అయి ఉండును. జింకు అయన్‌గా మారి ద్రావణమును ప్రవే

శించుట ఆక్సీకరణము. రాగిఅయన్ ధాతువుగా మారి అగ్రముపై విడివడుట ఆక్సీహరణము.

నిజముగా చూచిన ప్రతి ఆక్సీకరణ ప్రక్రియయందును ఋణవిద్యుత్తు ద్రవ్యమునుండి విడివడుట కననగును. దీనికి దృష్టాంతము : ఆమ్లములో కరగు ధాతువులు హైడ్రోజన్ని వెలిపుచ్చి అయన్లుగా మారుటగాని, హేలైడ్లను ఆక్సీకరించుటవలన హేలొజన్ విడివడుటగాని జరగును. అట్లే ప్రతిఆక్సీహరణ ప్రక్రియలోను ద్రవ్యము ఋణ విద్యుత్తును గ్రహించుట కననగును. లవణములనుండి ధాతువులను విడుదలచేయు ప్రక్రియలన్నియు ఇట్టివే.

జింకుమేకును కాపర్సల్ఫేట్ ద్రావణములో ముంచి నపుడు జింకు తన ఋణవిద్యుత్తును రాగిఅయన్కు అంద జేసి తాను అయన్గా మారి రాగిఅయన్నుధాతువుగా మార్చును. అనగా జింకు ఆక్సీకరించబడి ఈ ప్రక్రియలో విడుదలయైన ఋణవిద్యుత్తును రాగిఅయన్ స్వీకరించి, ఆక్సీహరింపబడి ధాతువుగా మారును. అయన్లమధ్య జరగు ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ ప్రక్రియలన్నియు ఘట నిర్మాణమునకు తగినవే. ఈప్రక్రియలను వాడుకచేయు టకై ఘటముయొక్క వేరువేరుభాగములతో రాసా యనిక ద్రవ్యములనుంచి వాటిలో రాసాయనికముగా వికారముచెందని అగ్రములను (ప్లాటినమ్గాని, కార్బన్ గాని) ఉపయోగించి ఘటనిర్మాణమును చేయవచ్చును. సాధారణముగా వీటి అమరిక క్రిందచూపినట్లు ఉండును :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ప్లాటినమ్ తీగ | ఆక్సీహరణ ద్రవ్యము | ఉదాసీన ద్రావణము | ఆక్సీకరణ ద్రవ్యము | ప్లాటినమ్ తీగ |

ఎడమభాగమున ఉన్న ఆక్సీహరణ ద్రవ్యము ఆక్సీహ రించబడునపుడు విడుదలైన ఋణవిద్యుత్తు ప్లాటినమ్ తీగకు సంక్రమించి దానిని ఋణాగ్రముగా చేయును. కుడివైపుననున్న ఆక్సీకరణద్రవ్యము ఎడమనున్న ప్లాటి నమ్ తీగమీద కూడుకొనిన ఋణవిద్యుత్తును అగ్రములను కలుపుచున్న తీగద్వారా గ్రహించుటలో ధనాగ్రముగా ఆచరించును. పై అమరికను ఉపయోగించి స్టానస్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును (ఎడమప్రక్క), క్లోరిన్ వాయువు విలీనమైయున్న జలముతో (కుడిప్రక్క) ఆక్సీకరించ వచ్చును.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ప్లాటినమ్ | స్టానస్ క్లోరైడ్ ద్రావణము | సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము | క్లోరిన్ వాయు ద్రావణము | ప్లాటినమ్ |

ఈ ప్రక్రియలో ద్వియోజనీయతగల తగరము చతు ర్యోజనీయ తగరముగా ఆక్సీకరించబడునపుడు విడుదలైన ఋణ విద్యుత్తు ఎడమవైపుననున్న ప్లాటినమ్ తీగకు అందజేయబడును. ఇచ్చటనుండి సంధానతంత్రి గుండా ఋణవిద్యుత్తు, కుడివైపు తీగకుదాటి దానితో సంపర్కము గల మూలద్రవ్యమగు క్లోరిన్ను ఋణవిద్యుదావేశముగల అయన్గా మార్చును. ఘటమునకు వెలుపల సంధాన తంత్రిద్వారా ఋణవిద్యుత్తు ఎడమనున్న ప్లాటినమ్ తీగ నుండి కుడిదానికి ప్రవహించును. లేదా, ధనవిద్యుత్తు అటు నుంచి ఇటు ప్రవహించుననికూడ అనుకొనవచ్చును. ఘటము లోపల విద్యుత్తు కుడినుండి ఎడమకు ప్రవహించును. ఈ దిశలో చలించుచున్న తగరపు అయన్లచేతను, విరుద్ధ దిశలో చలించుచున్న క్లోరిన్ అయన్లచేతను ఈ విద్యుత్ వహనము జరుగుచున్నది.

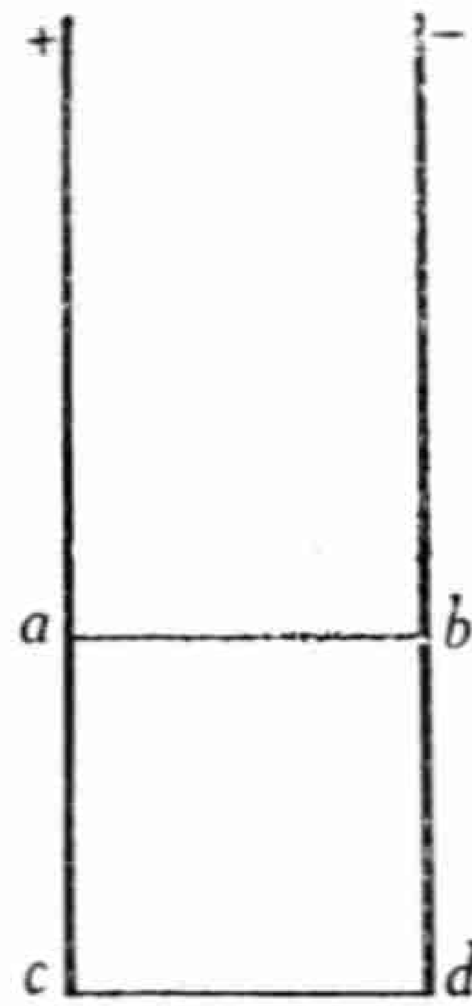
**హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత :** ఆమ్లములు నీటిలో విలీనమైనపుడు వాటినుండి హైడ్రోజన్ అయన్లు విడి వడుననియు, ఆమ్లముల ఆమ్లత అందుండు స్వతంత్ర హైడ్రోజన్ అయన్ల సాంద్రతనుపట్టి ఉండును. హైడ్రోజన్ అయన్ల సాంద్రతను నిర్ణయించుటకు స్థాపించ బడిన పద్ధతులు భౌతిక రాసాయనికశాస్త్రములో చాల ముఖ్య మైనవి.

హైడ్రోజన్ అయన్యొక్క సాంద్రతను నిర్ణయించు టకు అనేక విధానములు ఉన్నవి. అందు మూడు చాల ముఖ్యమైనవి: 1. వర్ణమాపక (కేలోరీమెట్రిక్) విధానము; 2. విద్యుద్వాహకతావిధానము ; 3. విద్యుచ్చాలక బల విధానము.

**వర్ణమాపకవిధానము :** వేర్వేరు హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతలలో వేర్వేరు రంగులనుఇచ్చు ద్రవ్యములకు సూచకద్రవ్యములని పేరు. పరీక్షా విషయమగు ఆమ్ల ద్రావణమును ఒక గాజు గొట్టములోనుంచి దానికి 5 లేక 6 బొట్లు సూచకద్రవ్యద్రావణమును కలిపినపుడు వచ్చు వర్ణము నియతహైడ్రోజన్ సాంద్రతగల వివిధద్రావణము లకు సూచకద్రవ్యమును ఐదారుచుక్కలు చేర్చి ప్రమాణ ద్రావణ వర్ణములలో దేనితో సరిపోవునో నిశ్చయించ వలయును. ప్రమాణ ద్రావణ వర్ణములను ముందుగా తయారుచేసి ఉంచవలెను. అప్పుడు ప్రమాణ ద్రావణ వర్ణముయొక్క అయన్ సాంద్రత తెలుసును గనుక ప్రయోగద్రావణమందలి హైడ్రోజన్ అయన్సాంద్రతను సులభముగా కనిపెట్టవచ్చును.

**విద్యుద్వాహకతా విధానము :** అయన్ యౌగికము ఏది యైనను దాని విద్యుద్వాహకత అందుండు అయన్ల సంఖ్యనుపట్టి ఉండును. అయన్లసంఖ్య ద్రావణముయొక్క సాంద్రతనుపట్టి ఉండును. ద్రావణము పల్చనగు కొలది

అందుండు అయన్ యౌగికము హెచ్చుగా అయన్‌ల క్రింద విభక్తమైఉండును. విద్యుద్వాహకతను కనుగొనునపుడు విద్యుదగ్రముల మధ్య నుండు ద్రావణములో ఉన్న అయన్‌లు అన్నియు విద్యుత్‌వహనమందు పాల్గొనును. అందుచే విద్యుద్వాహకతకు, అయన్‌లసంఖ్యకు లంకె ఏర్పడినది. ఇంకొకవిషయము : విద్యుదగ్రముల మధ్య నున్న ద్రావణమును విరళీకరించినకొలది దానిమొత్తపు విద్యుద్వాహకత ఎక్కువగుచుండును. ఈవిషయమును బోధపరచుకొనుటకు ఒక కాల్పనిక ప్రయోగమును నిర్వహింతము.



విద్యుత్ విశ్లేషణ ఘటము

ఈ చిత్రములో చూపినది సమాంతరాళముగల పాత్ర. ఈ పాత్రప్రక్కలు ప్లాటినమ్ ధాతు రేకులతో చేయబడినవి. ఈ రేకులు రెండును లోపల నున్న విద్యుద్వాహక ద్రావణమునకు విద్యుదగ్రములుగా ఆచరించును. ఈ పాత్రలో ఒకే లీటరులో ఒక తుల్యభారము అయన్ యౌగికముగల ద్రావణము ఉన్నదను కొందము. ఈ ద్రావణము యొక్క విద్యుద్వాహకతను ప్రయోగరీత్యా కనుగొనవచ్చును. రెండు ప్లాటినమ్‌రేకుల మధ్యనున్న అయన్ యౌగికము ఒక తుల్యభారము గనుక ఈ ద్రావణపు విద్యుద్వాహకతకు తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత అని పేరు. ఈ ద్రావణమును మరియొక లీటరు శుద్ధ ద్రావముతో విరళీకరించి విద్యుద్వాహకతను ప్రయోగరీత్యా కనుగొనినచో, ఈ రెండవ ద్రావణపు విద్యుద్వాహకత మొదటి దాని కంటె హెచ్చుగా ఉండును. ఇట్లే ఈ ద్రావణమును క్రమముగా విరళీకరించుచు ఈ విరళీకృత ద్రావణము అంతయు ప్లాటినమ్ విద్యుదగ్రముల మధ్య ఇమిడియుండునట్లు రేకులతో కూడ పాత్రపైకి పెరుగుచున్నదనుకొనినచో ప్రతిదశలోను ద్రావణము అంతయు రేకుల మధ్యనే ఉండునట్లు చేయవచ్చును. ఒక తుల్యభారము యౌగికము ఉన్నదనుకొంటిమి. కనుక, విరళీకరించుచురాగా వచ్చినద్రావణము లన్నియు ఒకే తుల్యభారము యౌగికము కలవే అగును. అందుచే ఈ ద్రావణముల విద్యుద్వాహకతలు అన్నియు తుల్యభార విద్యుద్వాహకతలే అని చెప్పవలెను. విద్యుద్వాహకత విరళీకరణముతో పెరుగు చుండునని ప్రయోగము చూపించును. అనగా విరళీకరించుకొలది తుల్యభార విద్యుద్వాహకత వృద్ధి అగుచుండును. ఈ విరళీకరణ ప్రక్రియ ఒక మితిని మీరినతరువాత, ద్రావణమును మరింత పల్చగా చేసినను విద్యుద్వాహకత అధికమగుట కనిపించదు. అనగా తుల్యభార విద్యుద్వాహకత దాని పరమావధిని చేరినది. ఈ చరమద్రావణమునకు అమిత విరళద్రావణము (ఇన్‌ఫైనైట్‌లీ డైల్యూటెడ్ సొల్యూషన్) అని పేరు.

తుల్యభార విద్యుద్వాహకతయందు ఈ అభివృద్ధికి కారణమును అయన్‌విచ్ఛేదన సిద్ధాంతము పేర్కొనినది. అయన్ యౌగికము ఉచితమగు ద్రావములో విలీనమైనపుడు ఆ ద్రావణములో దాని సాంద్రతనుబట్టి కొంత మట్టుకు అయన్‌లక్రింద విచ్ఛేదించును. విద్యుద్వాహకత ద్రావణమందున్న అయన్‌ల సంఖ్యనుబట్టి ఉండును, గనుక అయన్‌ల సంఖ్య ఎక్కువగుకొలదిని విద్యుద్వాహకత ఎక్కువగుచుండును. విరళీకరించు సందర్భములో అయన్ విచ్ఛేదనము ఎక్కుడుగా అగునని సిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది. అందుచే తుల్యభార విద్యుద్వాహకత వృద్ధి చెందుట సహజమే. ద్రావణములోనున్న అయన్‌యౌగికము సంపూర్ణముగా విచ్ఛిన్నమైన దశనుండి అటుపైన విరళీకరించినను విచ్ఛిన్నమగుటకు మరియౌగికద్రవ్యము లేకపోవుటచే అయన్‌సంఖ్య పెరుగదు. అందుచే విద్యుద్వాహకత కూడ పెరుగదు. ఇదియే తుల్యభార విద్యుద్వాహకత చరమావధిని చేరుననుట. ఈ వివరణను అనుసరించి మనము క్రింది నిష్కర్షకు రావచ్చును. అనంత విరళీకృత, లేదా చరమద్రావణములో యౌగికమంతయు పూర్ణముగా విచ్ఛిన్నమైనది. పూర్వద్రావణములో యౌగికము కొంతమట్టుకే అనగా ఆంశికముగా విచ్ఛిన్నమైనది. దీనినుండి క్రింది సమీకరణమును సాధించవచ్చును:

$$\frac{\text{మధ్యమద్రావణ తుల్యభారవిద్యుద్వాహకత}}{\text{చరమద్రావణతుల్యభార విద్యుద్వాహకత}} = \frac{\text{మధ్యమద్రావణ అయన్‌విచ్ఛేదనాంశము}}{\text{చరమద్రావణ అయన్‌విచ్ఛేదనాంశము}}$$

చరమద్రావణములో యౌగికపుతుల్యభారమంతయు విచ్ఛిన్నావస్థలో ఉండుటచేత దీని అయన్ విచ్ఛేదనాంశ $=1$ అగును. మధ్యమద్రావణ అయన్‌విచ్ఛేదనాంశము $\alpha$ అనుకొనినచో పై సమీకరణము క్రింది రూపమును చెందును:

$$\alpha = \frac{\text{మధ్యమద్రావణ తుల్యభార విద్యుద్వాహకత}}{\text{చరమద్రావణతుల్యభార విద్యుద్వాహకత}}$$

ఈ సమీకరణములో కుడివైపునఉన్న నిష్పత్తియొక్క పదములలో రెండింటిని ప్రయోగవిధానమున లెక్కించ

వచ్చును. ఎడమవైపునఉన్నది '$\alpha$' అనగా మధ్యమ ద్రావణాంశిక అయన్ విచ్ఛేదనము. పై నిష్పత్తిలో రెండు పదముల గురుతులు క్రమముగా $\Lambda_v$, $\Lambda_\infty$ అయినచో క్లుప్తముగా పై సమీకరణము $\alpha = \frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$ అని వ్రాయ వచ్చును. ఏదేని నియతసాంద్రతగల ద్రావణముయొక్క ఆంశిక అయన్ విచ్ఛేదనమును లెక్కించుటకు ఈ సమీకరణము మిక్కిలి ఉపకరించును.

ఆక్సిజన్ హైడ్రోజన్ అయన్ యౌగికములగుటచే అవి కూడ కొంతవరకు ద్రావణములో అయన్ విచ్ఛేదనమును పొందియే ఉండును. పైసమీకరణము నుండి ఆంశిక అయన్ విచ్ఛేదనము లెక్కించి దీనిని తుల్యభారములలో గణించి ఆమ్ల సాంద్రతతో గుణించిన ఆమ్లద్రావణములో ఉన్న హైడ్రోజన్ అయన్సాంద్రత లభించును. $[H^+]$ హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత $= \alpha \times$ ఆమ్లసాంద్రత $= \alpha \times C$ అగును.

మూడవదియగు విద్యుచ్చాలకబలవిధానము సాంద్రతా ఘటముయొక్క వాడుకపై ఆధారపడి ఉన్నది.

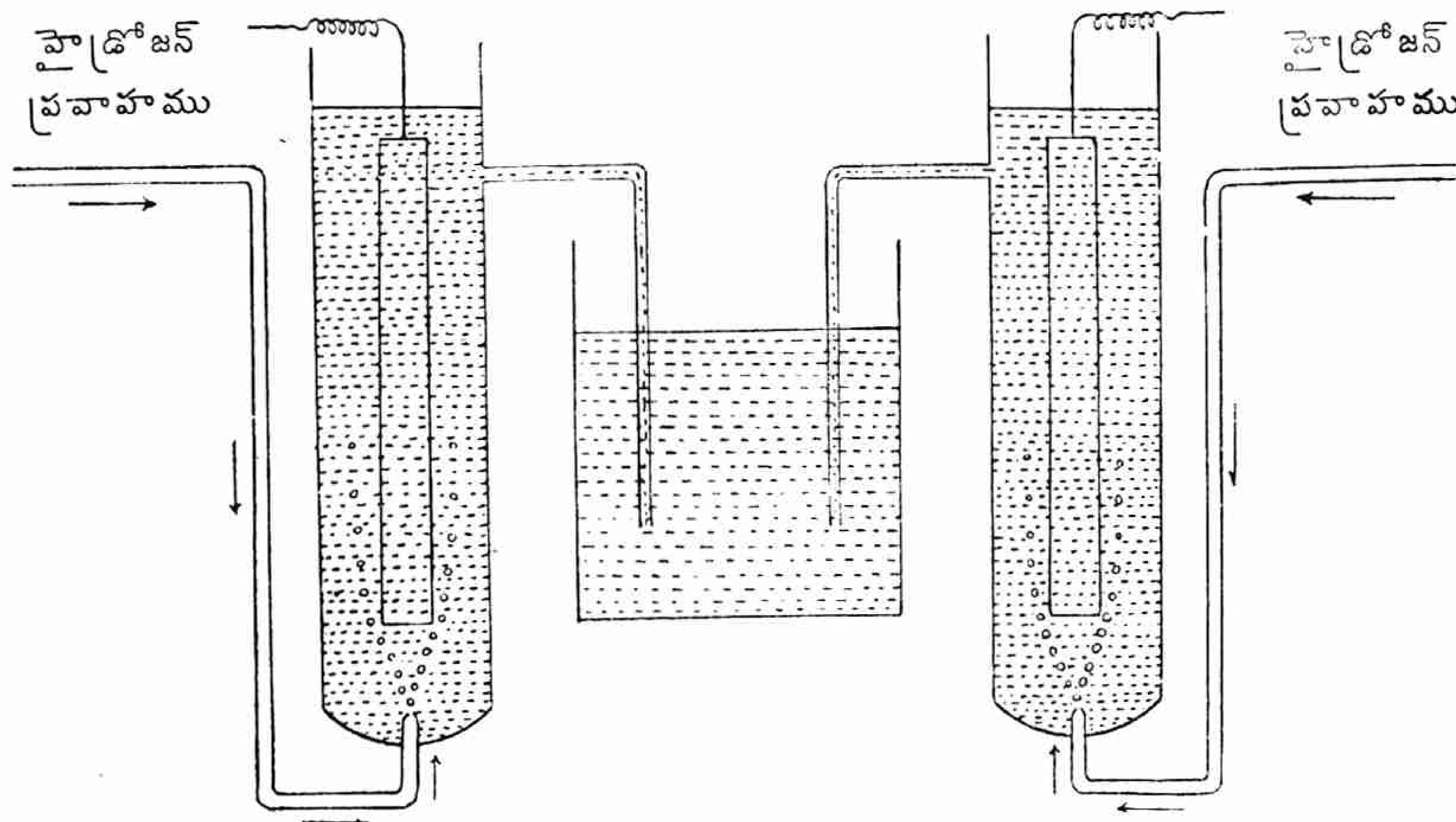
ఈ విధానమందు వాడుకచేయవలసిన సాంద్రతా పేటికకు 'హైడ్రోజన్ సాంద్రతా పేటిక' అని పేరు. భిన్న హైడ్రోజన్ సాంద్రతలుగల ద్రావణములలో - సూక్ష్మవిభక్తప్లాటినమ్ బ్లాక్ (నల్లని) ధాతువుచే దళసరిగా పూయబడిన రెండు ప్లాటినమ్ రేకులు - వేరువేరుగా మునిగి ఉండును. పటములో చూపినట్లు ఆ రెండు ప్లాటినమ్ విద్యుదగ్రములును రెండు అర్ధఘటములలో అమర్చబడియుండును. ఈ రెండు అర్ధఘటములును ఒక సామాన్య విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రావణము ద్వారా విద్యుతముగా కలుపబడి యుండును.

ఈ రెండు అర్ధఘటముల ద్రావణములద్వారా ఒక వాతావరణ పీడనములోనున్న శుద్ధ హైడ్రోజన్ వాయువును పంపించినచో ప్లాటినమ్ రేకులపైనున్న సూక్ష్మవిభక్త ప్లాటినమ్ ధాతుకణములచే హైడ్రోజన్ అణువులు విచూషితమై హైడ్రోజన్ అణువు విద్యుదగ్రముతో సంపర్కములోనున్న హైడ్రోజన్ అయన్‌తో రాసాయనికముగా సమతులితస్థితిలో ఉండును. అనగా హైడ్రోజన్ వాయువు ప్లాటినిత (ప్లాటినైజ్‌డ్) ఫలకము ప్రాపున తన అయన్ రూపముతో వినిమయసమతాస్థితిలోనికి వచ్చును.

ఇట్టి స్థితిలో మామూలు పద్ధతి ప్రకారము ఈ రెండు అర్ధఘటముల కూడిక యొక్క విద్యుచ్చాలక బలము (ఇ. ఎమ్. ఎఫ్.) ను ప్రయోగముచే నిర్ణయించ వచ్చును. విద్యుచ్చాలక బలప్రమాణము (చూ. పు. 632) నెర్న్‌స్ట్ సమీకరణ ప్రకారము విద్యుత్ఘటములోనున్న భిన్న హైడ్రోజన్ అయన్‌సాంద్రతల నిష్పత్తినిబట్టి ఉండును.

$$E = \frac{RT}{nF}\ ln\ \frac{C_1}{C_2}$$ (నెర్న్‌స్ట్ సమీకరణము)

ఇక్కడ E = ప్రయోగములచే లభ్యమగు విద్యుచ్చాలక బలము; R = వాయు స్థిరాంకము; T = తాపోగ్రత; $ln$ = ప్రాకృతఘాతాంక గణనమునకు గురుతు. $C_1$, $C_2$ = భిన్న హైడ్రోజన్ సాంద్రతలు.



హైడ్రోజన్ అయన్‌సాంద్రతాపేటిక

n అనగా అయన్ యొక్క యోజనీయత (వేలెన్సీ). F ఒక ఫారడే (96,454 కూలామ్‌లు) విద్యుత్ రాశి. హైడ్రోజన్ సాంద్రతా ఘటములకు ఈ సమీకరణమును ఉపయోగించినపుడు (హైడ్రోజన్ అయన్ యోజనీయత n = 1 కనుక) సమీకరణము

$$E = \frac{RT}{F}\ ln\ \frac{C_1}{C_2}$$ అగును.

R మూల్యము 8·314 జౌల్‌లు; F మూల్యము 96,454 కూలామ్‌లు; T తాపక్రమము 25° C. లేదా 273 + 25 = 298° A. పరమతాపక్రమము కనుక:

$$\frac{RT}{F} = \frac{8{\cdot}314 \times 298}{96{,}454} \times 2{\cdot}303 = 0{\cdot}059$$

$E = 0{\cdot}059 \log \frac{C_1}{C_2}$ [ఇచ్చట 2·303 అను అంకె ప్రాకృత ఘాతాంకమును దాశమికఘాతాంకములోనికి మార్చుటకు ఆవశ్యకమగు గుణకము].

ఈ చివరలభ్యమైన సమీకరణములలో E అనునది ప్రయోగము వలన తెలిసినది. $C_1$, $C_2$లలో ఏది తెలిసినను రెండవ దానిని సులభముగా లెక్కించవచ్చును.

**pH మూల్యము:** ఆసిడ్ ద్రావణముల హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రతకు pH మూల్యము కొలబద్ద. ఇచ్చట ' H ' అనగా హైడ్రోజన్‌కి గురుతు. ' p ' అనునది జర్మను భాషలో ' పొటెన్జ్ ' (పొటెన్జ్ = పవర్ = ఘాతము) అను మాటలో ప్రథమాక్షరము,దీనిని మన భాషలోనికి హైడ్రోజన్ ఘాతము అని అనువదించవచ్చును. ఈ ఘాతప్రసక్తి ఏలవచ్చినదనిన, హైడ్రోజన్ సాంద్రతను, దాని హెచ్చుతగ్గులపట్టి $10^{-2}$, $10^{-1}$, $10^{0}$, $10^{1}$, $10^{2}$ అని దశమాంకఘాతములలో తెలియ చేయుట సంప్రదాయమై ఉన్నది. ఉదాహరణమునకు, ఒకఆమ్లములో 0.00342 గ్రాము హైడ్రోజన్ అయన్ సాంద్రత ఉన్నదనుకొందము. దశాంశభిన్నమగు 0.00342 అను సంఖ్యను, దశమాంకఘాతములో $10^{-2.458}$ గా తెలియపరచవచ్చును. అనగా ఆమ్లమందు హైడ్రోజన్ సాంద్రత $10^{-2.458}$ గ్రాము అయన్‌లు. ' −2.458 ' అను ఋణచిహ్నితఘాతాంకమును తీసికొని, దాని ఋణచిహ్నమును ధనచిహ్నముగా స్వచ్ఛందముగా మార్చి జరన్జన్ అను డచ్ జీవశాస్త్రజ్ఞుడు, అట్లు ఉత్పన్నమగు సంఖ్యకు ' pH మూల్యము ' అని పేరిడెను. అనగా, ఆమ్లమందున్న హైడ్రోజన్ సాంద్రత $10^{-2.458}$ గ్రాముఅయన్‌లు ఉన్నదనుటకు మారుగా దాని pH మూల్యము 2.458 అని తెలియపరచెను. వచనలాఘవముకారణముగా ఈ సంకేతము సర్వేసర్వత్ర శాస్త్రవీధులను ఆమోదమొందినది. జరన్జన్ సంకేత ప్రకారము ' pH మూల్యము ' హైడ్రోజన్ సాంద్రతను తెలియపరచుసంఖ్య యొక్క ఋణచిహ్నిత లఘుగుణకము (లాగరిదమ్).

**జలవిశ్లేషణము:** సోడియమ్‌క్లోరైడ్ (సాదాఉప్పు) వంటి లవణములు జలములో విలీనములైనపుడు ప్రాప్తమైన ద్రావణము లిట్మస్‌ద్రావణముతో పరీక్షించినపుడు ఆమ్లగుణమునుగాని, క్షారగుణమునుకాని కనుపరచక తటస్థముగా ఉండును. లవణమునకు నిర్మాణాంశములగు వస్తువులు ఆమ్లము, లవణాధారము. వీటిలో ఏ ఒక్కటియైనను, లేదా రెండును దుర్బలములైనపుడు అట్టి లవణ ద్రావణము లిట్మస్‌ద్రావణముతో క్షారలక్షణమునుగాని, ఆమ్లలక్షణమునుగాని తప్పక చూపును. ఉదా: పొటాసియమ్ సైనైడ్‌ద్రావణము విస్పష్టమగు క్షారగుణమును చూపును. అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌ద్రావణము విశదమగు ఆమ్లలక్షణమును కనపరచును. లవణము యొక్క రెండు అంగములను సమానదౌర్బల్యము కలవైనపుడు లిట్మస్ ద్రావణము లవణద్రావణములో కలిగిన మార్పును చూపదు. కాని మరికొన్నిపరిశోధనలచే అట్టి లవణము (ఉదా: అమోనియమ్ ఆసిటేట్ లవణము) జలవిశ్లేషణమును చెందినట్లు రుజువుచేయవచ్చును. ఈ జలవిశ్లేషణసంఘటనలను ఇటీవల అయన్ విశ్లేషణసిద్ధాంతము సహేతుకముగ వివరించకలిగినది.

**జలవిశ్లేషణము - సిద్ధాంత వివరణము:** జలమునకు విద్యుత్ వాహకగుణము అంతగా లేదు; అది చాల స్వల్పము. దాని విశిష్ట విద్యుత్ వాహకత $10^{-6}$ వ్యుత్క్రమఓమ్‌లు. ఈ కొంచెమైనను అందుండు స్వతంత్ర హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌లనుండి వచ్చినదే. ఈ అయన్‌లు జలాణువుఅయన్ విభాగమువలన లభ్యమైనవి. నూరులక్షల అణువులకు ఒక అణువుచొప్పున జలము అయన్‌విభక్తస్థితిలో ఉండును. దీనినిబట్టి నీటియొక్క అతిస్వల్పవిద్యుద్వాహకతను బోధపరచుకొనవచ్చును. అతి స్వల్పమైన అయన్ విశ్లేషణము కారణముగా జలముతనయందు విలీనమైన లవణములవిషయమై తటస్థముగా ఉండక, లవణపు అయన్‌లతో తన అయన్‌లను మార్చుకొను వ్యాపారమునకు దిగును. ఒక ఉదాహరణము దీనిని సులభముగా బోధపర్చగలదు. ఏదేని లవణము జలములో విలీనమైనపుడు క్రింది విధమున అది అయన్‌లలోనికి విశ్లేషితమగును. $BA \rightleftharpoons B^+ + A^-$ అయన్ విశ్లేషణముకూడ ఒక రాసాయనిక కార్యమగుటచే అది ఒకసమతోలనస్థితికి వచ్చుట సహజము. కాని లవణములవిషయమై ఈసమతోలనస్థితి మూడువంతుల ముప్పాతిక సంపూర్ణ విశ్లేషణము వైపు ఒరిగి ఉండును. అందుచేత లవణములు పూర్ణముగా అయనీకృతములగును అని చెప్పినను దోషము లేదు.

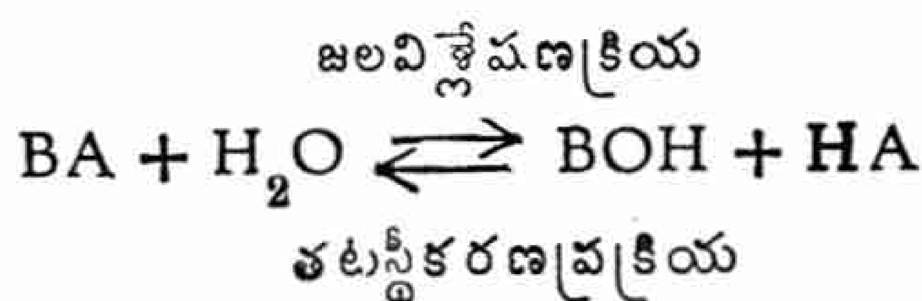
ఇది అటుండ లవణ అయన్‌ల సంపర్కములోనున్న జలముకూడ క్రిందిప్రక్రియప్రకారము అయన్ విశ్లేషణము నొందును.



$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

ఇచ్చటకూడ సమతోలనస్థితి అనివార్యము. అనగా లవణద్రావణములలో రెండు భిన్నములగు రాసాయనిక కార్యములు సమతోలనస్థితిలో స్థాపితమైయున్నవి. ఈ సందర్భములో లవణాంగమగు ఆమ్లముకాని, లవణాధారముకాని దుర్బలమైనదగుచో-అనగా అతిస్వల్పముగా అయన్ విశ్లేషణముచెందు స్వభావము కలదియగుచో జలాంగమగు హైడ్రోజన్ అయన్ దుర్బల ఆమ్లాంగమును, జలము యొక్క హైడ్రాక్సిల్ అయన్ దుర్బలలవణాధారాంగమును స్వీకరించి అవిశ్లేషితఆమ్లముకాని, లవణాధారముగాని ఏర్పడును. అదికారణముగా ద్రావణములో

జంటవిడిపోయిన హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌లుగాని, హైడ్రోజన్ అయన్‌లుగాని విడిగా ఉండవచ్చును. అందుచేత మొదటి పక్షమున లవణద్రావణము క్షారద్రావణమువలెను, రెండవ పక్షమున ఆమ్లద్రావణమువలెను ఆచరించును. ఈదృష్టిలో జలవిశ్లేషణప్రక్రియ అనగా లవణమునుండి తిరిగి, జల సమక్షమున లవణాధారముగాని ఆమ్లముగాని పర్పడుటయే. ఇదివరకే ఆమ్లముల యొక్కయు, లవణాధారముల యొక్కయు రాసాయనిక సమ్మేళనమువలన లవణములు పర్పడుననియు, ఈ రాసాయనికసంయోగ కార్యమును తటస్థీకరణమందురనియు తెలిసికొంటిమి. అందుచే జలవిశ్లేషణప్రక్రియ తటస్థీకరణప్రక్రియకు ప్రతికూలమని చెప్పవచ్చును. ఈవిషయమును క్రింది సంకేతముచే విశదపరచవచ్చును.




ఉదా: పొటాసియమ్‌సైనైడ్ అను లవణము జలద్రావణములో విస్పష్టక్షారలక్షణములను కనపరచును. ఎర్రలిట్మస్ ద్రావణము దీనిసంపర్కమున త్రుటిలో నీలి రంగు ఇచ్చును.

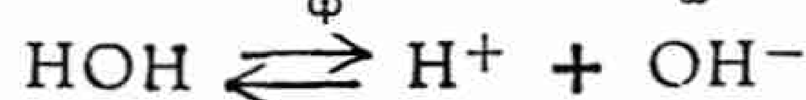
ఈ సంఘటనవివరణము: పొటాసియమ్‌సైనైడ్‌లవణము సంపూర్ణప్రాయమైన అయన్‌విశ్లేషణమునుచెందును.

$$KCN \rightleftharpoons K^+ + CN^-$$

ఇచ్చట '$CN^-$' అను అంగము అతిదుర్బలమగు హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ భాగము. అందుచే ఏవిధముననైన ఈ అంగమునకు హైడ్రోజన్‌అయన్‌లు లభ్యమైనచో అవిశ్లేషిత ఆమ్లముగా మారుటకు ప్రయత్నించును:

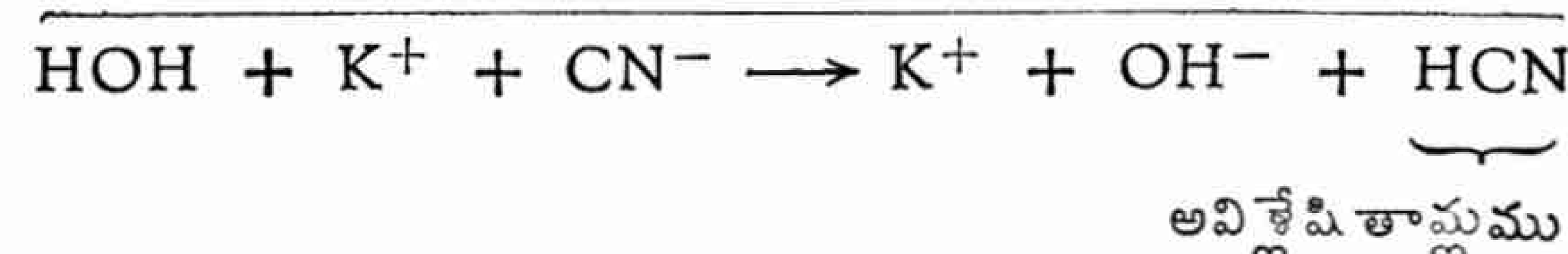
$$H^+ + CN^+ \longrightarrow HCN$$

జలమునందు విడిహైడ్రోజన్‌అయన్‌లు ఉన్నవి. వీటిని 'CN' అంగము స్వీకరించి అవిశ్లేషితామ్లము 'HCN' గా మారుటచే, ఇదివరకు హైడ్రోజన్‌అయన్‌లతో జలమునందు జంటగా వ్యవహరించుచున్న హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌లు జంట విడిపోయి స్వతంత్రములై వాటిక్షారలక్షణమును ద్రావణమునకు సంక్రమింపజేయుస్థితిలోనికి వచ్చినవి:










ఇటులనే అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌ద్రావణపు ఆమ్లలక్షణములను వివరించవచ్చును. అమోనియమ్ క్లోరైడ్ లవణములోనున్న లవణాధారాంగము (అమోనియమ్) దుర్బలమైనది. అందుచే దానికి హైడ్రాక్సిల్ ప్రాప్తమైనచో అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ అను దుర్బలక్షారము అనగా అవిశ్లేషితక్షారము సహజముగ పర్పడును. అందువలన జలవిశ్లేషణమువలన లభించిన హైడ్రోజన్‌అయన్‌లు శేషించును. ఈకారణమున అమోనియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణము ఆమ్లలక్షణముల ప్రదర్శించును.

జలవిశ్లేషణప్రక్రియ పరివర్తనీయప్రక్రియ అగుటచే, దానికి అణుసాంద్రతానియమము అన్వయించును:




పరివర్తనీయప్రక్రియలో పాల్గొను ద్రవ్యములసాంద్రతలను ఉపయోగించి సమతాస్థితి సమీకరణమును క్రిందివిధమున సాధించవచ్చును:

$$\frac{[BOH] \times [HA]}{[BA] \times [H_2O]} = K$$

జలద్రావణములలో ద్రావ్యసాంద్రతతో పోల్చిచూచిన జలసాంద్రత, అత్యధికముగా ఉండును కాబట్టి $[H_2O]$ అను జలసాంద్రతను సూచించు పదమును స్థిరమూల్యము కలదానిగా తీసికొనవచ్చును. అట్లగుటచే పై సమీకరణము:

$$\frac{[BOH] \times [HA]}{[BA]} = K \times K^1 \text{ అగును.}$$

ఇచ్చట $K^1$ నీటియొక్కస్థిరసాంద్రత. $K \times K^1 = K_h$ అని గుర్తించి, ఆ సమీకరణమును క్రింది విధమున వ్రాయవచ్చును:

$$\frac{[BOH] \times [HA]}{[BA]} = K_h \quad (\text{జలవిశ్లేషణస్థిరాంకము}) \ldots. (1)$$

కుండలీకరణములందున్న అణుసాంద్రతలకు వాస్తవిక మూల్యములను (ఆమ్లసాంద్రత $= \frac{x}{v}$ = క్షారసాంద్రత ; $\frac{1-x}{v}$ = అవిశ్లేషితలవణసాంద్రత ; ఇచ్చట x అనగా విశ్లేషితాంశము ; v అనగా ద్రావణముయొక్క ఆయతనము) ఇచ్చినచో క్రింది సమీకరణము సిద్ధించును.

$$\frac{\left(\frac{x}{v}\right) \times \left(\frac{x}{v}\right)}{\left(\frac{1-x}{v}\right)} = K_h \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

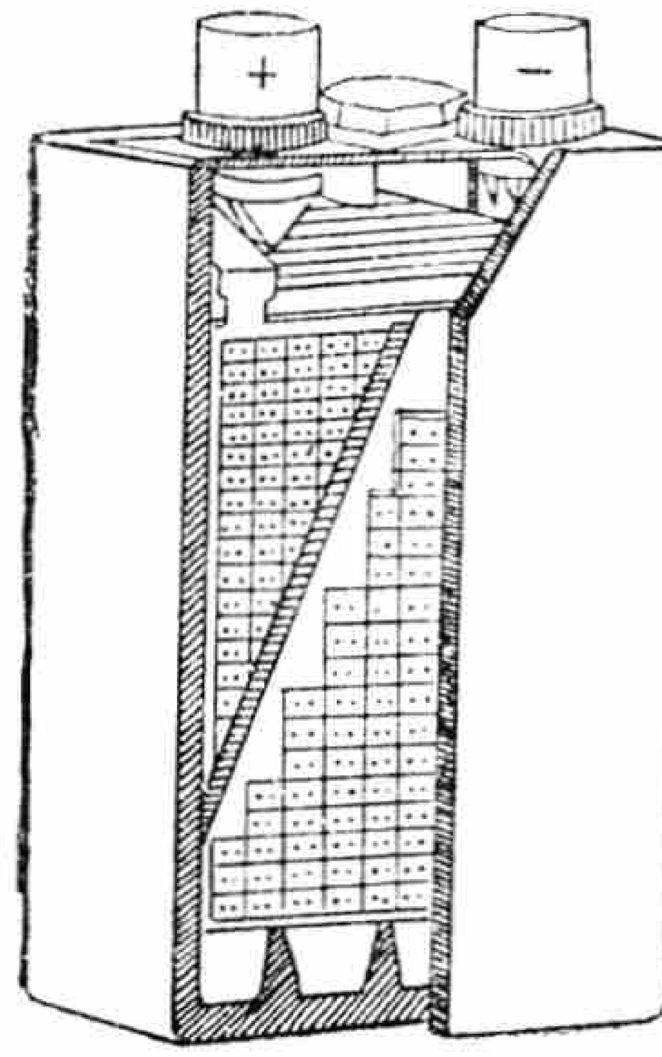
$$\frac{x^2}{(1-x)v} = K_h \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ఈమూడవ సమీకరణమును పరిశీలించినచో v హెచ్చైన కొలది, x యొక్క విలువ హెచ్చగుచుండవలయునని తెలియును. అందువలన ద్రావణము విలీనమగుకొద్ది జల విశ్లేషణము విస్తరించుచుండును.

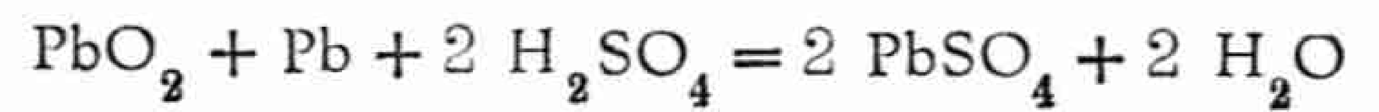
తాపక్రమము పెరిగినపుడు కూడ జలవిశ్లేషణాంశ పెరుగునని ప్రయోగమువలన తెలిసినది. మే. వ. న.

**విద్యుత్ సంచాయకఘటము :** దీనిని అక్యూములేటర్ లేదా సెకండరీసెల్ అందురు. వోల్టాఘటమువంటి ఘటములలోనున్న రాసాయనిక ద్రవ్యములు రాసాయనిక ప్రక్రియను జనింపచేయనంత కాలము మనకు విద్యుత్ప్రవాహము ఘటమునుండి లభ్యమగును. ఏవిధము చేతనైన ఈ రాసాయనిక కార్యము వెనుకకు జరుగునట్లు చేసిన ఘటమునందలి ప్రస్థానద్రవ్యములు మరల ఉద్భవించి విద్యుత్ప్రవాహమును పుట్టించుటకు సిద్ధముగా ఉండును. ఈ భావమును విశదీకరించుటకు మనము డేనియల్ ఘటమును ఉదాహరణముగా తీసికొందము. ఈఘటమునందు జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణములో జింకుఫలకము, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో రాగిఫలకము ద్రావణ సంపర్కములో ఉంచిన ఆ రెండు ధాతుఫలకములనుండి విద్యుచ్ఛక్తి లభించును. (చూ. విద్యుత్ ఘటములు - పు. 634). విద్యుచ్ఛక్తి ఉద్భవించుచున్న సమయములో జింకు ఫలకము జింకు సల్ఫేట్ ద్రావణములో లీనమగుటయు, రాగి ఫలకముపై రాగిధాతువు అవక్షిప్తమగుటయు సంభవించును. ఏ విధానముచేనైన తామ్ర ఫలకము నుండి రాగి ధాతువును కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో మరల కరగునట్లును, జింకుఫలకముపై జింకు ధాతువు అవక్షిప్తమగునట్లును చేయ గలిగితిమేని డేనియల్ ఘటము తిరిగి విద్యుత్ఉత్పాదనకు సిద్ధముగా నగును. వయస్సు చెల్లిన డేనియల్ ఘటముద్వారా రాగి ఫలకమును ధనధ్రువముగాను, జింకు ఫలకమును ఋణధ్రువముగాను ఒనర్చి పైచోటునుండి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపించిన, రాగిఫలకము ద్రావణములో కరగుటయు, జింకు ఫలకముపై జింకుధాతువు అవక్షిప్తమగుటయు సంభవించును. అనగా డేనియల్ ఘటము మరొకసారి విద్యుత్ కార్యమును చేయుటకు సిద్ధమయినది. విద్యుత్ప్రవాహమును వాడుకచేసి ఘటమునందలి రాసాయనిక కార్యమును వెనుకకు నడిపించి ఘటమును మరల కార్యోత్పాదకముగా చేయుట, అనగా ఘటమునందు విద్యుత్ రాశిని మనఇచ్చ వచ్చినప్పుడు వాడుకొనుటకు ప్రోగుచేసియుంటిమి అన్న మాట. ఇట్టిప్రోగుపడిన విద్యుత్తు కలిసిన ఘటములకు సంచాయకఘటములని పేరు. దృష్టాంతసౌలభ్యముకొరకు డేనియల్ ఘటమును మనమెత్తుకొనినను వ్యావహారికముగా విద్యుత్ ప్రవాహఉత్పాదనకు సంచాయక ఘటముగా డేనియల్ ఘటము సంతృప్తికరము కాదు. ఈ పనికి సీసపు సంచాయకఘటము ఆడిసన్ లేదా నైఫ్ సంచాయకఘటములు అత్యంతోపయుక్తములు అయినవి.

సీస సంచాయకఘటము : దీనిని 1860 లో ప్లాంటే అను ఆయన వ్యవహారమునకు పనికివచ్చునట్లు నిర్మించినాడు. అటుతరువాత దీనిలో అనేకమార్పులు వచ్చినవి. దీనిలో లెడ్ పెరాక్సైడ్ తో పూరించిన రంధ్రములుగల సీసపు ఫలకము ఒకటి ధన ధ్రువముగాను, దూది వంటి సీసపు ధాతువుతో నిండిన రంధ్రయుత సీసఫలకము ఋణ ధ్రువముగాను పనిచేయును. ఈ ఘటములో నియతసాంద్రత గల సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను విద్యుత్ విశ్లేష్యముగా వాడుదురు. ఘటమునుండి మనకు విద్యుత్ ప్రవాహము లభించు సందర్భములో ధన ధ్రువము పైనున్న లెడ్ పెరాక్సైడ్ ద్రవ్యము లెడ్ మోనాక్సైడ్ గామారి దగ్గరనున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో రాసాయనిక సంయోగమునుచెంది లెడ్ సల్ఫేట్ గా మారును. ఈ ప్రక్రియాకాలమందే ఋణ ధ్రువముపైనున్న సీసపుధాతువు మోనాక్సైడ్ గామారి దగ్గరనున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ తో రాసాయనిక సంయోగమునుచెంది లెడ్ సల్ఫేట్ అగును. పై వివరణమునుపట్టి ఘటము విద్యుత్ ప్రవాహోత్పాదన కాలమందు క్రింది సమీకరణ ప్రకారము రాసాయనికపు మార్పునకు లోనగును :



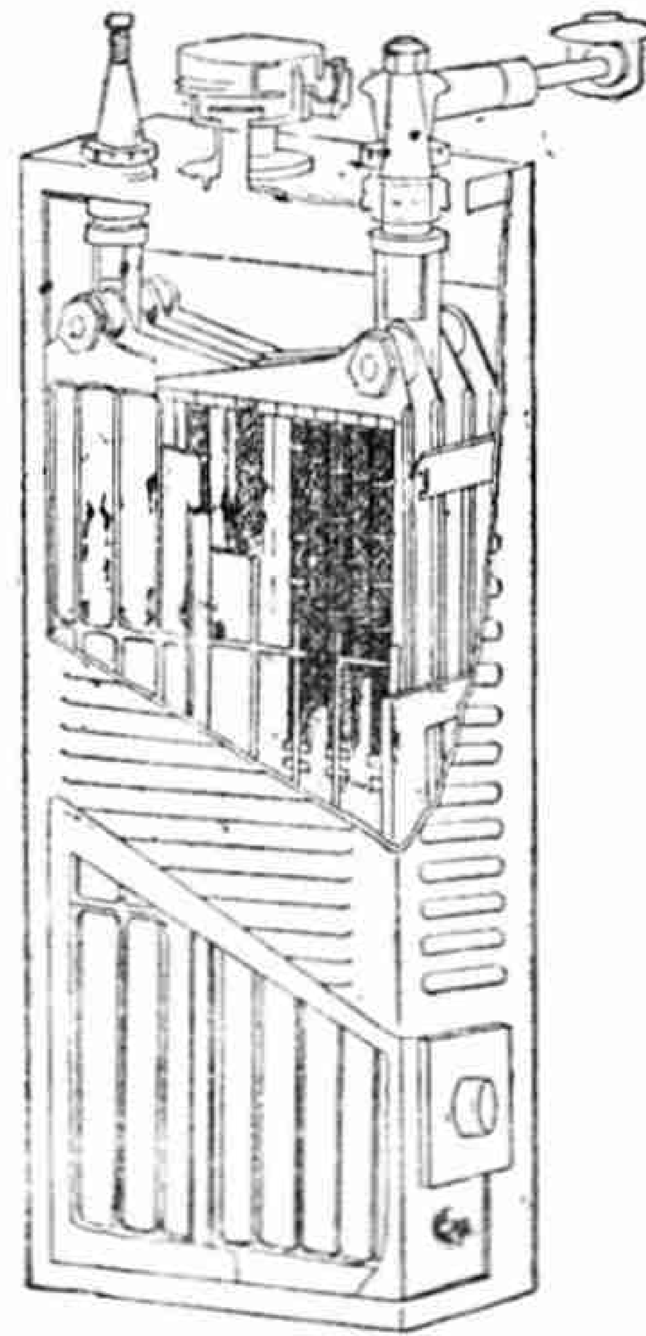
సీస సంచాయకఘటము



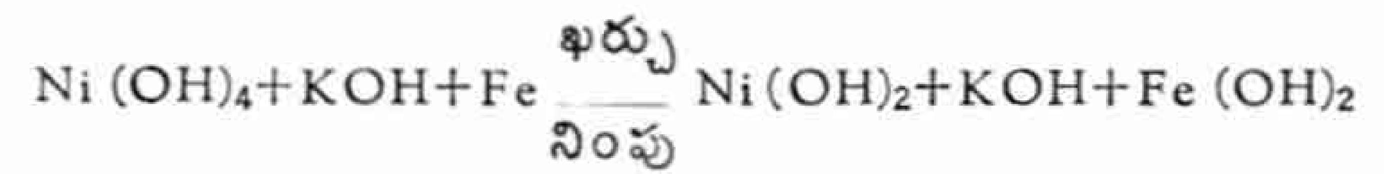
$$PbO_2 + Pb + 2\,H_2SO_4 = 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O$$

ఘటము విద్యుత్తును విడుదలచేయుకొలది అగ్రఫలకముల రంధ్రములలో లెడ్ సల్ఫేట్ రాశి ఎక్కువ అగుచుండును. తిరిగి ఘటమును విద్యుదావేశ పూరితముగా చేయవలెనని, మరియొక ప్రభవస్థానమునుండి దీనిలోనికి విద్యుత్తును పంపవలెను. ఈప్రక్రియలో పెరాక్సైడ్ దట్టించిన విద్యుదగ్రము ధనాగ్రముగాను, తక్కిన విద్యుదగ్రము ఋణాగ్రముగాను ఆచరించును. ధనాగ్రమువద్ద అవక్షిప్తమయిన సల్ఫేట్ తిరిగి పెరాక్సైడ్ క్రింద ఆక్సీకరించబడును. ఆకాలములోనే రెండవఅగ్రమువద్ద నున్న సల్ఫేట్ సీస ధాతువుగా ఆక్సీహరించబడును.

తిరిగి ఘటమును విద్యుత్తుతో నింపుటకు వలయు విద్యుత్ప్రవాహము అమితముగా ఉండకూడదు. ఈనింపు పని విద్యుదగ్రములపై హైడ్రోజన్ ఆక్సిజన్ బుడగలు ధారాళముగా వచ్చువరకు జరుగవచ్చును. బాగుగనింప బడిన సీస సంచాయకము రెండువోల్టుల విద్యుత్ ప్రేష మును కలిగియుండును. నింపుప్రక్రియలో సంచాయక మందున్న సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సాంద్రీకృతమగును. ఏమన 'లెడ్ సల్ఫేట్' ఒక వైపు లెడ్ పెరాక్సైడ్ గాను, రెండవ వైపు లెడ్ ధాతువుగాను మారునపుడు అందున్న సల్ఫేట్ గణము సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ గా విడివడును. ఘటము విద్యుత్ప్రభవస్థానముగా పనిచేయునపుడు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ లెడ్ సల్ఫేట్ రూపమున బద్ధమగుటచే ఆమ్లము యొక్క సాంద్రత తగ్గును. ఈవిషయములపై రాసా యనిక సమీకరణమును పరీక్షించిన మనకు తెల్లమగును. విద్యుత్తుతో నింపినపుడు సంచాయకమందలి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ విశిష్టగురుత్వము 1·30, వట్టిపోయినపుడు 1·15 ఉండును. ఈ రెండు అవస్థలలో సంచాయకపు విద్యుత్ ప్రేషములు 2·3, 1·8 క్రమముగా ఉండును. 1·8 వోల్టుల కన్న దిగువ ప్రేషమునకు ఘటమును పనిచేయించిన విద్యుదగ్రఫలకముల సల్ఫేట్ తో ఉక్కిరిబిక్కిరియై చెడి పోవును. సీసపు సంచాయకపు సాధారణకార్యసామర్థ్యత 75% సంచాయక ఘటముల ఖరీదు వాటి విద్యుద్ధారణతను బట్టిఉండును. 80 ఆంపియర్ గంటల విద్యుద్ధారణగల సంచా యకము 10 ఆంపియర్ల విద్యుత్ ప్రవాహమును 8 గంటలవరకు ఈయగలదు.


నైఫ్ సంచాయకము

నైఫ్ఘటము* : ఇది టామస్ ఆల్వా ఆడిసన్ చే నిర్మితము. ఇందలి విద్యుత్ విశ్లేష్యము 21% కాస్టిక్ పొటాష్ కలిసిన క్షారద్రావణము. ఘటధా రణత హెచ్చు చేయుటకై కొద్దిగా లిథియమ్, హైడ్రాక్సైడ్ కూడ కలిసి ఉండును. ఋణవిద్యుదగ్రములు ధాతు చూర్ణముతో నింపిన రంధ్రములుగల చదునైన ధాతు ఫలకములు ; ధనవిద్యుదగ్రములు నికెల్ పెరాక్సైడ్ తో నింపిన రంధ్రములు గల స్థూపాకారపు ధాతు పాత్రలు. వీటిని నికెల్ పూతపూయబడిన ఉక్కు ఫలకముతో నిర్మిత మైన పెట్టెలో ఉంచుదురు. దీని పై భాగమున లోపలి వాయువులు పోవుటకును, పైగాలి లోపల చొరకుండు టకును ఒక స్ప్రింగ్ కవాటము అమరిఉండును. సీస సంచాయకమందువలె గాక ఘటమును విద్యుత్తుతో నింపి నపుడుగాని, లేదా ఘటమునుండి విద్యుత్తును ఉపయోగించి నపుడుగాని ఇందలి విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణము అపరివర్త నీయమైన రాసాయనికపుమార్పులను చెందదు. ఈవిషయము క్రింది రాసాయనిక సమీకరణము వలన తెలియనగును:



$$Ni(OH)_4 + KOH + Fe \underset{\text{నింపు}}{\overset{\text{ఖర్చు}}{\rightleftharpoons}} Ni(OH)_2 + KOH + Fe(OH)_2$$

సమానధారణశక్తిగల ఈ రెండింటిలో ఆడిసన్ సంచాయ కము సీస సంచాయకపు బరువులో సగముబరువు ఉండును. అందుచే ఆడిసన్ పరికరము ఇటునటు తీసికొని వెళ్లుటకు చాలసులభముగా ఉండును. అదిగాక, ప్రయాణములో ఉండే తోపులాటను నైఫ్ సంచాయకము హెచ్చుగా తట్టుకోగలదు. దీని ఆంతరవిద్యున్నిరోధము ఎక్కువగా ఉండుటచే మోటారుకారులను నడపుటకు శక్తిజనకముగా వాడుటకు పనికిరావు. అందుచే అవి ముఖ్యముగా ఎలక్ట్రిక్ ట్రక్కులను, బ్యాటరీవీధికారుల నడపుటకు ఉపయోగ పడును. త. స. న. మూ.

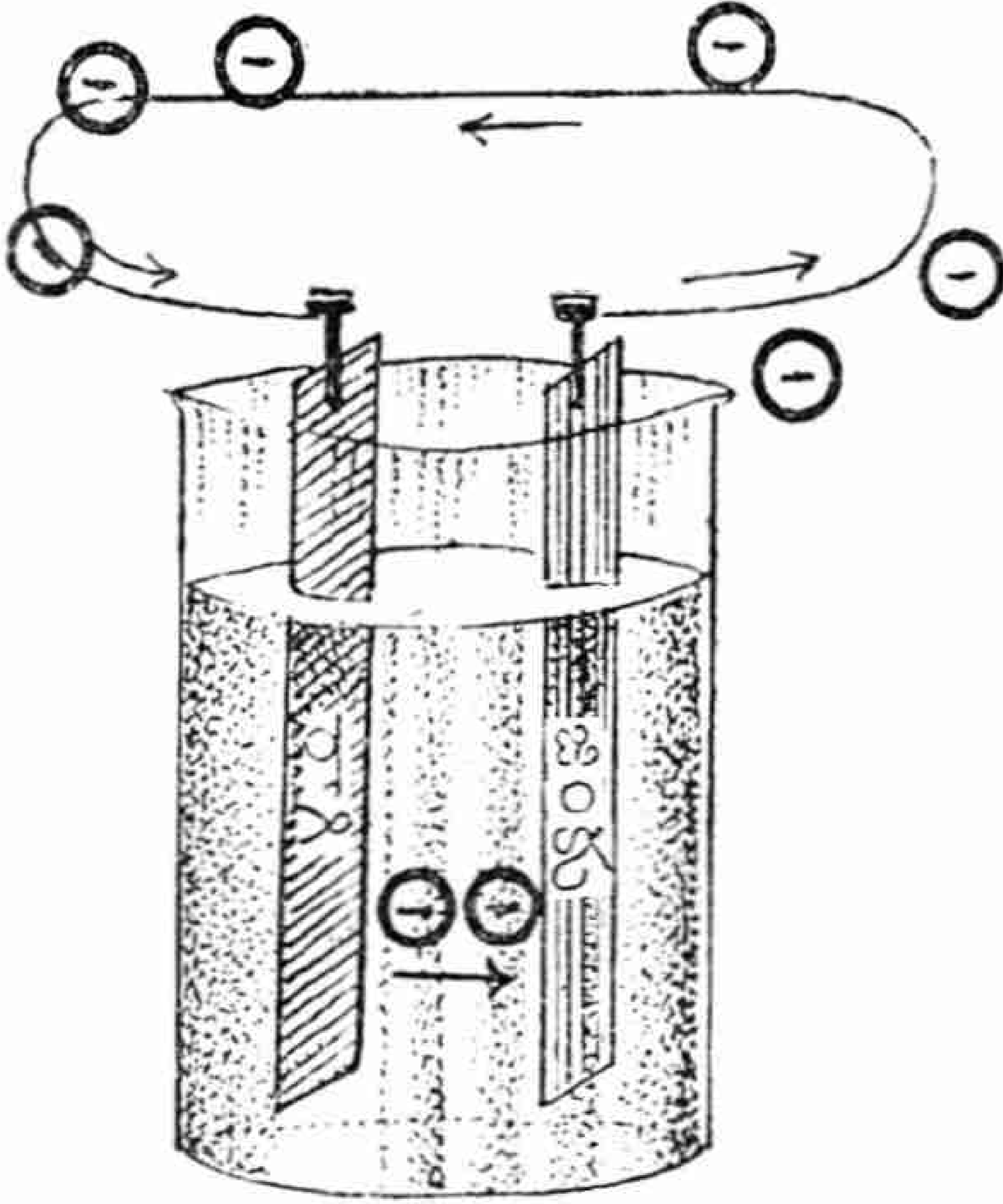
**విద్యుదయస్కాంతత్వము** : చూ. అయస్కాంతము- పు. 150

**విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము** : విద్యుదయ స్కాంత సిద్ధాంతమును గూర్చి తెలిసికొనుటకుముందు విద్యుదయస్కాంతధర్మము-వీటి సారాంశములను కొన్నిం టిని తెలిసికొనుట అవసరము.

ఒక ధాతుతంత్రియందు విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు కంటికి అగపడుమార్పులు ఆతీగలో అంతగా కలుగక పోయినను: 1. తీగవేడెక్కుట; 2. ఆతీగప్రక్క స్వేచ్ఛగా తిరుగు చిన్న అయస్కాంతము ఉంచినచో అదిఒక ప్రత్యేక దిశవైపు తిరుగుట - ఈ రెండుఫలితములు సంభవించును. అయితే విద్యుత్ ప్రవాహసారము ఏమి అనుప్రశ్నకు ఆధునికవిజ్ఞానరీత్యా సమాధానమిది: ద్రవ్యమంతయు అంతిమవిభజనలో ఎలక్ట్రాన్ లు, ప్రోటాన్ లు, ఇతరమౌలిక కణముల (చూ. మౌలికద్రవ్య కణములు - పు. 549)తో కూడుకొని ఉన్నది. విద్యుత్ప్రవాహమునకు తావిచ్చు ధాతువులలోను, సులభముగా తావీయని అధాతువులలోను ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ లలో ఒక ప్రత్యేకనిర్మాణ విభేదము ఉన్నది.

* ఇది నికెల్, ఇనుము ధాతువులచే నిర్మితమయినది గనుక నికెల్ కు చిహ్నమగు Ni అను అక్షరములను, ఇనుముకు చిహ్న మగు Fe అను అక్షరములను కలిసి దీనికి 'నైఫ్' (Nife) అనిపేరు వచ్చినది.

ధాతువులన్నిటిలో ఈ ఎలక్ట్రాన్‌లు వాటి పరమాణు కేంద్రకములకు వదులువదులుగా తగిలియుండును. పై చెప్పబడిన ధాతువులందలి ఎలక్ట్రాన్‌లను స్వేచ్ఛాకణము లందురు. విద్యుత్‌వాహకములకును, విద్యుదవాహకములకును గల భేదము మొదటివాటియందు ఈ స్వేచ్ఛాకణములు ఉండుట, రెండవ వాటియందు అవి లేక పోవుటయే. కనుక విద్యుత్‌వాహకమగు ధాతుతంతువును ఏ విధముగనైన విద్యుత్ ప్రేషమునకు గురిచేసిన ఈ స్వేచ్ఛాకణములు ఆతీగలోని పరమాణువులకు, పరమాణువులకు మధ్యనున్న అంతరాళము ద్వారా ప్రవహింప మొదలిడును. ఉదా : సాధారణముగా, సాధారణ వోల్టా ఘటములో రాగి, జింకు ధ్రువములను రాగితీగతో కలిపిన ఎలక్ట్రాన్‌లు జింకు నుండి బయలుదేరి తీగద్వారా రాగి ధ్రువమును చేరును. 1వ పటములో చూపబడిన ఈ ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహమే విద్యుత్ ప్రవాహము. సంప్రదాయ (కన్వెన్షనల్) ప్రవాహము ఈ ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగా ఉండును. పై విషయములు మున్ముందు ఉపయోగ పడును.



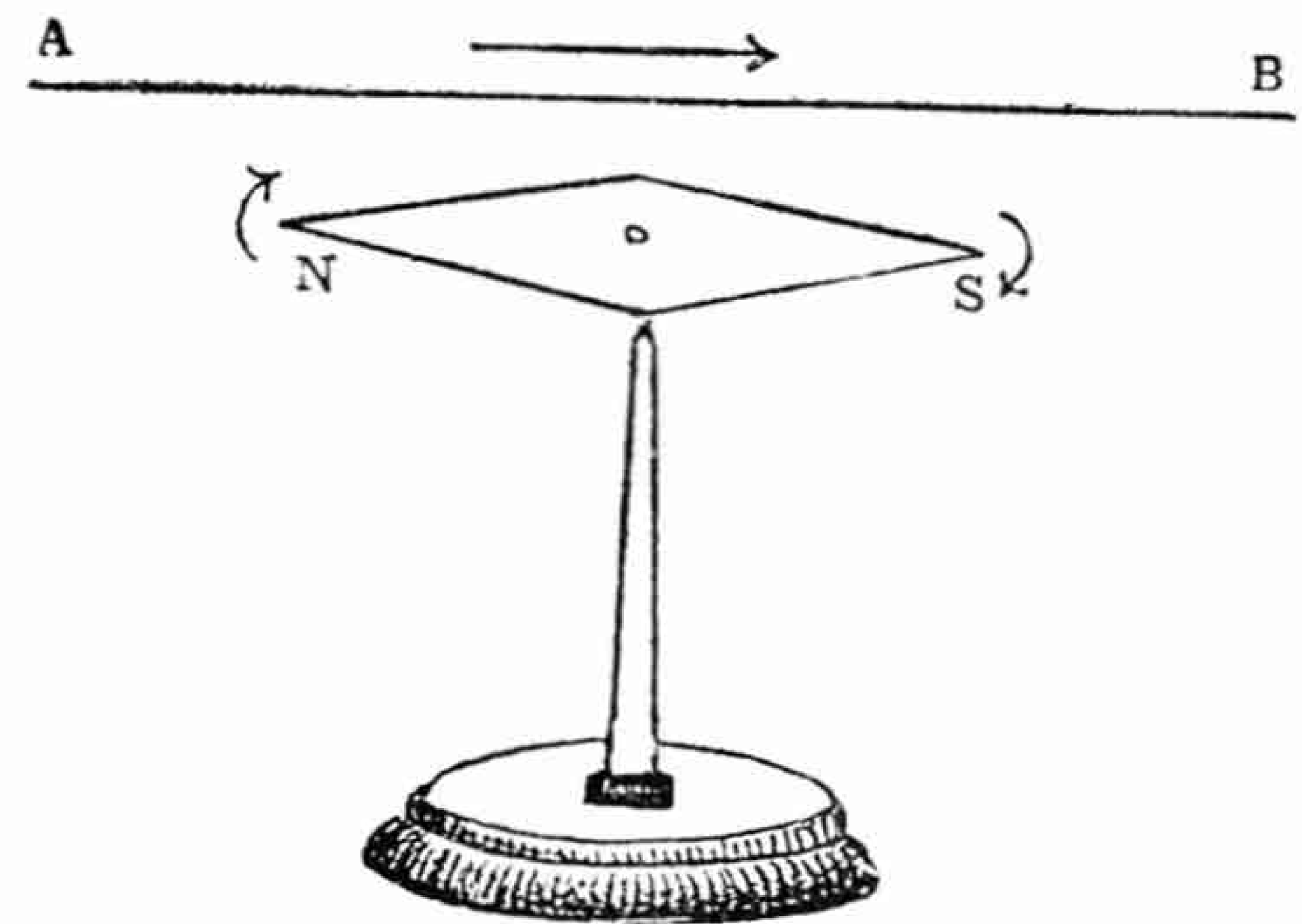
1 వ పటము : బ్యాటరీలో విద్యుత్‌ప్రవాహదిశ

అయస్కాంతక్షేత్రము (మాగ్నెటిక్ ఫీల్డ్) : సాధారణ అయస్కాంతము ప్రక్క ఒక చిన్న ఇనుము, లేదా ఉక్కు ముక్కను ఉంచిన అయస్కాంతము దానిని ఆకర్షించును. అను విషయము అందరకు తెలియును. పై ఇనుప ముక్కను దగ్గరగా చేర్చినకొలది ఈ ఆకర్షణబలము హెచ్చగుట, దూరముగ తీసికొనిపోయిన కొలది ఆకర్షణ తగ్గుటకూడ సాధారణ అనుభవమే. ఇనుపముక్కవంతు మరొక చిన్న అయస్కాంతమును (ఉదా : అయస్కాంతీకరించబడిన చిన్న సూదిని) మొదటి అయస్కాంతము వద్ద ప్రేలాడగట్టిన అది ఒక ప్రత్యేక దిశలో అమరుకొనును. వీటి మధ్యనున్న ఆకర్షణబలము*ను గణిత సూత్రము సహాయమున సాధించవచ్చును. ఆ సూత్రములలోని సాంకేతికములకు అర్థము : **F** = ఆకర్షణ బలము $m_1$ = మొదటి అయస్కాంతపు అయస్కాంతత్వము, $m_2$ = రెండవ అయస్కాంతపు అయస్కాంతత్వము, r = రెండు అయస్కాంతధ్రువముల మధ్యదూరము, $\mu$ = పై అయస్కాంతములు ఉంచబడిన క్షేత్రముచే నిర్ణీతమగు విశిష్టసంఖ్య. అందుచే ప్రతి అయస్కాంతము చుట్టును దాని ఆకర్షణ బలమును నిర్ణయించు క్షేత్రము ఒకటి ఉండును. దాని ఆకర్షణబలము ఎంతవరకు ఆవరించి ఉండునో ఆ భాగమును అంతటిని అయస్కాంత క్షేత్రము అందురు. అనగా అయస్కాంతమును ఆశ్రయించి అయస్కాంత క్షేత్రము ఎప్పుడును ఉండును. (చూ. అయస్కాంత క్షేత్రము-పు, 146; అయస్కాంతము - పు. 149).

పైన ఉదహరించిన ప్రధాన విషయముల పరిచయముతో మనమిప్పుడు విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును కొంత విపులముగా చర్చించవచ్చును.

ప్రధాన విద్యుదయస్కాంత ప్రయోగములు : విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమునకు ప్రధానాచార్యుడు కోపెన్‌హేగన్ పట్టణ నివాసియైన అర్‌స్టెడ్ (చూ. పు. 154) 1820 లో అతడు చేసిన ప్రయోగము విద్యుత్ ప్రవాహమునకును, అయస్కాంతత్వమునకును గల సన్నిహిత సంబంధమును నిరూపించినది. ఆ ప్రయోగమును క్రింది విధముగ వివరించవచ్చును. AB అను రాగితీగ గుండా విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నది అనుకుందము.

2 వ పటములో చూపినట్లు ప్రవాహము దిక్కు A నుండి B కి; NS అనునది ఒక అయస్కాంత సూచిక.




2 వ పటము ; అయస్కాంతసూచి

AB లో విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు NS సుమారుగా ఉత్తరదక్షిణములుగా భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రమున నిలచును. AB ని అప్పుడు NS కు సమానాంతరముగా ఉంచి పిమ్మట అందులోనుంచి పటములో చూపిన

$$* F = \frac{m_1 m_2}{\mu_1 r^2} \quad \ldots\ldots (1)$$

దిశగా ప్రవాహము ప్రవహించినప్పుడు NS తన మొదటి దిక్కు మారి ఆ మొదటి దిక్కునకు (అనగా AB కి సమాంతరముగ), లంబముగానున్న దిక్కునకు మధ్యగా, ఎక్కడనో ఒకచోటకు తిరుగును. ఆ తిరిగేకోణము AB లో ప్రవహించుచున్న ప్రవాహపరిమితి. AB కి, NS కు మధ్యనున్న దూరము, తదితర పరిస్థితులనుబట్టి ఉండును. NS ఎటువైపు తిరుగునో పటములో చూపబడినది (చూ. 2 వ పటము). ఆ దిక్కును జ్ఞాపకము ఉంచుకొనుటకు దిగువసూత్రము పనికివచ్చును.

AB ని, NS ని చూచుచు ప్రవాహదిశ వైపునకే ఒక వ్యక్తి ఈదుచున్నట్లు భావించిన NS యొక్క ఉత్తర ధ్రువము ఆవ్యక్తి ఎడమచేతివైపు తిరుగును. ఈ సూత్రమును ఆంపియర్ నియమము అందురు (చూ. ఆంపియర్ నియమము - పు. 163).

NS యొక్క పొడవునకు లంబముగ (అనగా, తూర్పు పడమరలుగ) మరియొక అయస్కాంతమును సరియైన దిశలో ఉంచిన ఈ అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావమూలమున కూడ NS 2 వ పటములో చూపినట్లు తిరుగును. అనగా విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్న తీగచుట్టు అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడునని దీనివలన రుజువైన ప్రధానవిషయము. AB లో ప్రవాహమాపిన NS తనపూర్వస్థానమును చేరుకొనును. AB లో ప్రవాహపుదిక్కు మార్చిన NS పటములో చూపిన దిక్కు ప్రతికూల దిక్కులో తిరుగును.

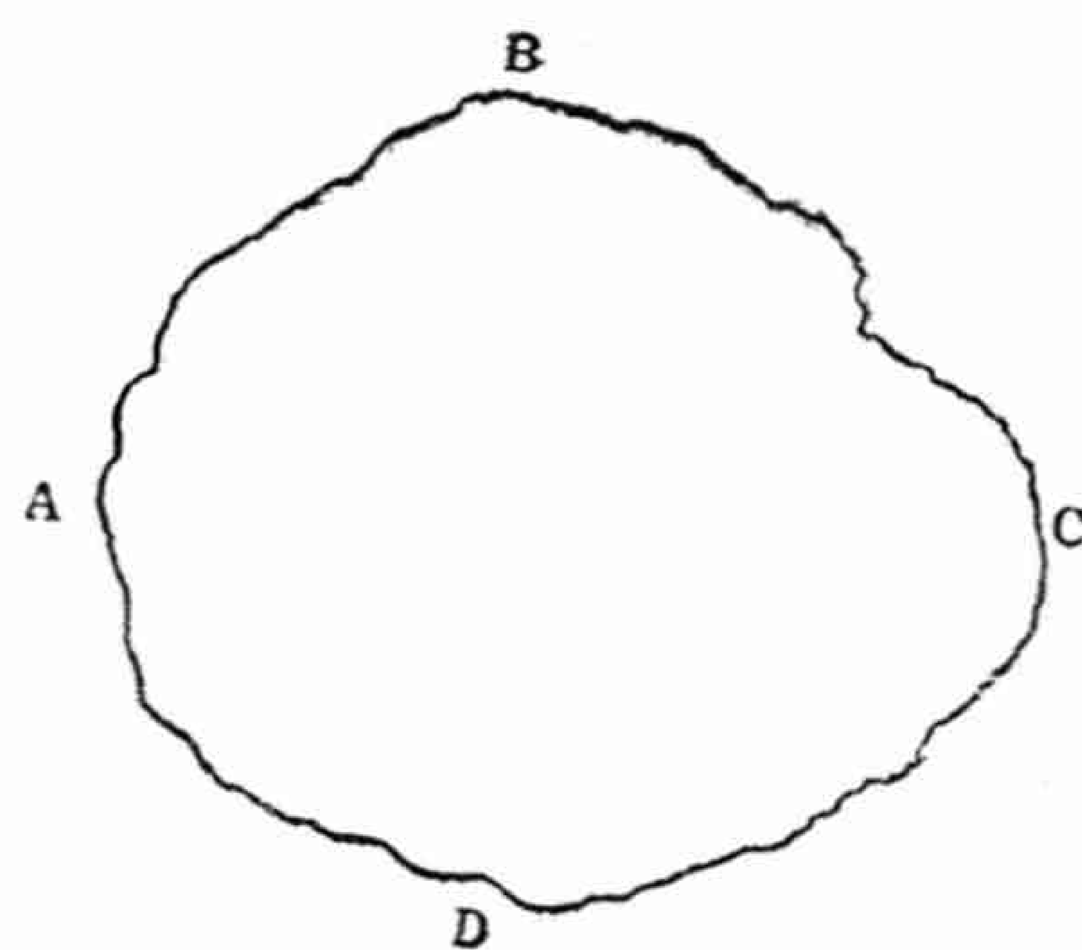
ఈ ప్రయోగము ప్రవాహ విద్యుత్ చరిత్రలో నూతన యుగమును నెలకొల్పినది. ఇందువలన విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్నచోట అయస్కాంత క్షేత్రముకూడ తప్పని సరిగా ఉండునని నిరూపింపబడినది.

**ఆంపియర్ సిద్ధాంతము ;** అర్ స్టెడ్ ప్రయోగములను విశదీకరించుటకు ఇతర విద్యుదయస్కాంత విషయములకు ఆదిసూత్ర మనదగిన సిద్ధాంతమును ఆంపియర్ అను ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు 1823 లో నిర్వచించెను. ఈ సూత్రము విద్యుత్ శాస్త్రమునకు, అయస్కాంతశాస్త్రమునకు గల సన్నిహిత సంబంధమును నిరూపించినది. ఆంపియర్ సిద్ధాంతమును విశదీకరించు ముందు రెండు విశేషవిషయములను సూచించవలెను.

**అయస్కాంత కర్పరము :** ఏదైన అయస్కాంత ద్రవ్యమును రేకురూపములోనికి తెచ్చి దానిని అయస్కాంతీకరించినచో ఆరేకును 'అయస్కాంతకర్పరము' (మాగ్నెటిక్ షెల్) అందురు. సాధారణముగా ఈ రేకుమందము అతి స్వల్పముగా ఉండును; రేకునకొక ప్రక్క అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువము, రెండవప్రక్క దక్షిణధ్రువము ఏర్పడును. ఈరేకు వైశాల్యము A అనుకుందము. కర్పరపు అయస్కాంత ధ్రువబలము 'm' అనుకొనినచో ఒకవైపు ఉత్తరధ్రువబలము '+m' రెండవవైపున దక్షిణధ్రువ బలము '−m' అగును. కర్పరపుమందము 't' అనుకొందము.

**కర్పర బలము :** కర్పరములోని ధ్రువబలము (m)ను కర్పరమందము (t) చేత గుణించగా వచ్చినది $M = m \times t$. దీనిని అయస్కాంతభ్రిభ్రమిష అందురు. దీనిని విస్తీర్ణత (A) చేత భాగించిన వచ్చునది $M/A$. దీనిని '$\sigma$' అందము. అనగా $M/A =$ '$\sigma$' $=$ ఒక చదరపుయూనిట్ వైశాల్యమునకు గల అయస్కాంత భ్రిభ్రమిష. ఈవచ్చిన భ్రిభ్రమిష మూల్యము ($\sigma$) ను 'కర్పరబలము' అని అందము. ఈభావముల సహాయముతో ఆంపియర్ సిద్ధాంతమును క్రింది విధముగా వివరించవచ్చును:

రేఖారూపములోనున్న విద్యుత్ప్రవాహమార్గమంతటిని దానికి సమానమైన అయస్కాంతకర్పరముగా భావింపవచ్చును. ఈకర్పరపుటంచు ప్రవాహమార్గముతో ఏకీభవించి కర్పరబలము ప్రవాహబలమునకు సమానమైనచో ఆ రేఖాప్రసార విద్యున్మార్గము - కర్పరము, రెండును సమానములు. అనగా ABCD అను ధాతుతీగలో (చూ. 3 వ పటము) విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నది అనుకొందము. దాని బలము I యూనిట్లు. అందువలన దాని చుట్టుపట్ల అయస్కాంత క్షేత్రముఏర్పడును; దాని ఫలితము ఎక్కడైన కనుగొనవలెనన్న

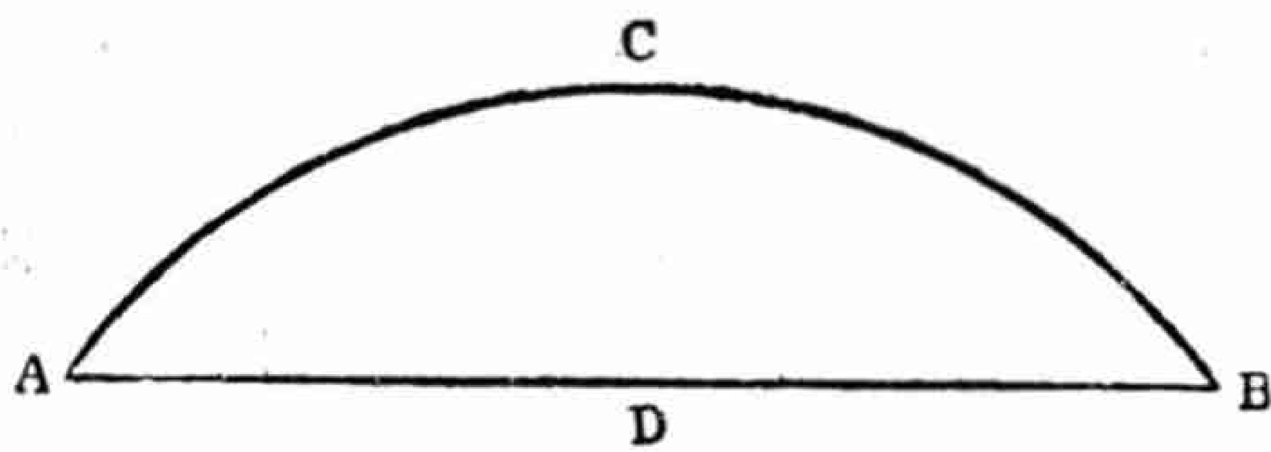



3 వ పటము : విద్యుత్వలయము

ABCD అను తీగఅంచుతో ఏకీభవించు అయస్కాంత కర్పరమునకు ఏఫలితములు ఉండునో ఆఫలితములే ఆ విద్యుత్తుకుకూడ ఉండును. ఆ కర్పరబలము ($\sigma$) ప్రవాహబలము (i) కి సమానమై ఉండవలెను. ఈసిద్ధాంతములోని ముఖ్యాంశము ఒకటి గుర్తించవలెను. అది ఏమన విద్యుత్ ప్రవాహపు తీగకు బదులు అయస్కాంత కర్పరమును కల్పించుట. అందునను కర్పరపు రూపు, విస్తీర్ణములతో సంబంధము లేకుండ కర్పరమును గురించి ప్రతిపాదించ

నగు విషయములు రెండు: 1. కర్పరముయొక్క అంచు విద్యుత్ప్రవాహ రేఖతో ఏకీభవించుట; 2. కర్పరబలము ప్రవాహబలమునకు సమానమగుట.

శక్తి, పని: ఏదేని ఒక వస్తువును, దాని చలనమును నిరోధించుబలమున కెదురుగా జరుపుటకు పని జరుగవలెను. వస్తువుద్రవ్యరాశి m అనుకొనిన, దానిచలనమును నిరోధించుబలము F కెదురుగా L దూరము వస్తువును జరిపినప్పుడు వస్తువుపై జరుగవలసిన పని W = FL అను సమీకరణమువలన తెలియనగును. ఇప్పుడు ఆంపియర్ సిద్ధాంతమును అనుసరించి ఒకఅయస్కాంత ధ్రువము అయస్కాంత క్షేత్రములో జరిపినప్పుడు, జరుగవలసిన పనిని క్రింది విధముగ లెక్కించవచ్చును: 4 వ పటములో AB అను రేఖ, ACB అను రేఖ ఒకఅయస్కాంతక్షేత్రములో ఉన్నవను

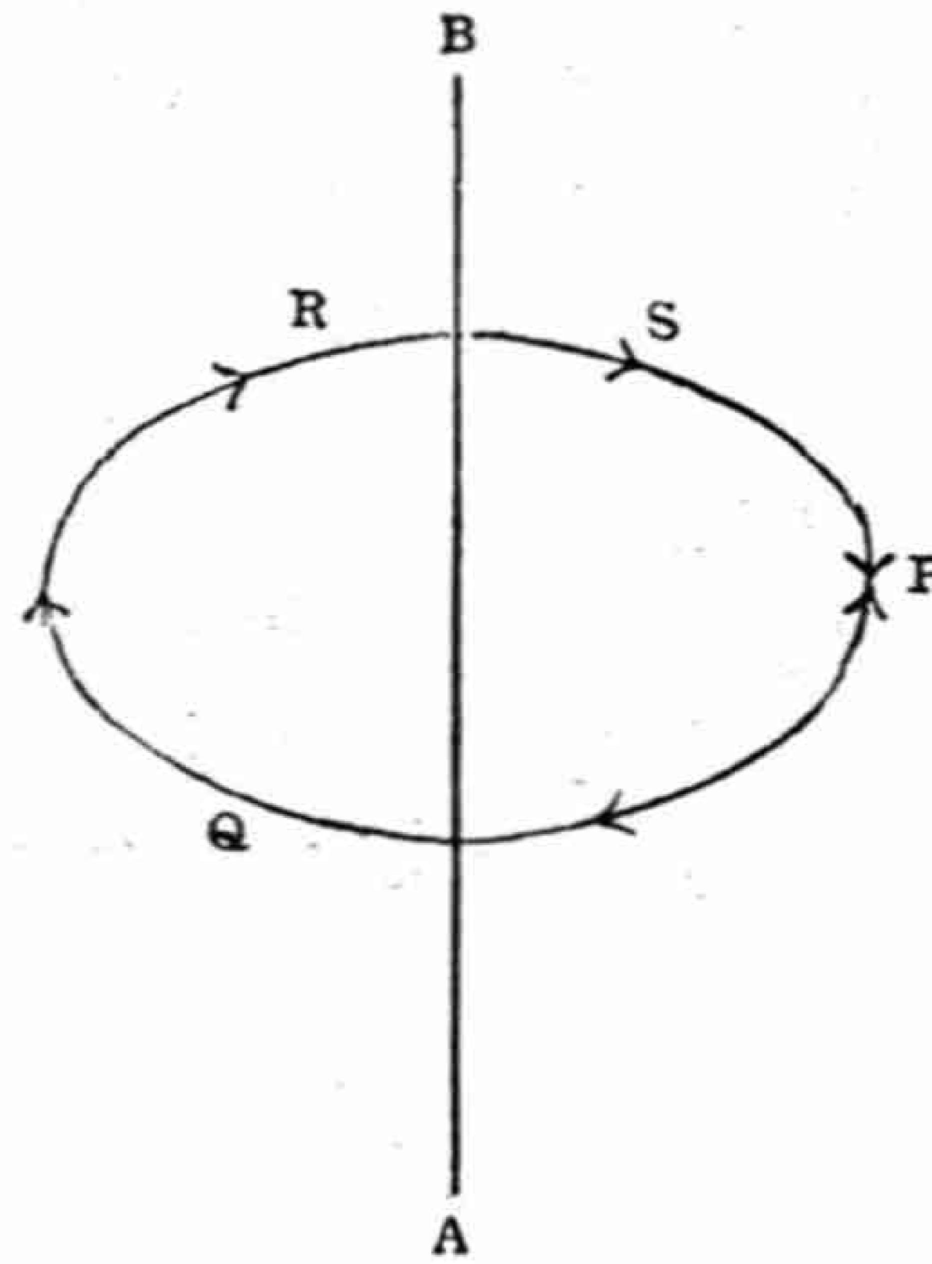



4 వ పటము: అయస్కాంతరేఖలు

కొనిన ఒక ప్రత్యేకఅయస్కాంతధ్రువమును A నుండి B కి తీసికొని వెళ్ళినపుడు కొంతపని జరుగును. ఈభాగములోని అయస్కాంతక్షేత్రబలమును H అని వ్యవహరించుదము. అయస్కాంతధ్రువము ఆక్షేత్రములో కదలుచున్నపుడు ఆధ్రువముపై నిరోధముఉండును. బలము 1 అనుకొందము. అప్పుడు దానిపై నిరోధము 1 × H = H యూనిట్‌లు ఉండును. కనుక A నుంచి B కి ఆ ధ్రువము జరిగినప్పుడు జరిగినపని చలనకలన సూత్రసహాయమున సాధించవచ్చును.[1]

ఇక్కడ రుజువుచేయుటకు వీలులేకపోయినను ఒక ముఖ్యవిషయమును గుర్తించవలెను. A నుండి B కి ధ్రువమును జరిపినప్పుడు ACB ద్వారాగాని, ADB ద్వారాగాని ఏమార్గమున జరిపినను దానిపై జరుగవలసినపని ఒక్కటే. అనగా మొత్తముపని మార్గము మొదలు, తుది బట్టియే నిర్ణయింపబడును.

ఇప్పుడు ఒక ముఖ్యసిద్ధాంతపు ఫలితమును గుర్తింపవచ్చును. 5 వ పటములో చూపినట్లు AB అను తీగలో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నది అనుకొందము. ఒక అయస్కాంత ఉత్తరధ్రువమును ఆ తీగచుట్టును తీసికొనిపోయిన పని జరుగును. విద్యుత్‌బలము 'i' యూనిట్‌లు అనుకొందము; ధ్రువబలము ఒక యూనిట్ అనుకొందము. అది P అన్నచోట బయలుదేరి QRS మార్గముద్వారా తిరిగి P ని చేరుకొనిన జరిగిన పని విలువను ఒక సమీకరణ[2] సహాయమున పొందవచ్చును.




5 వ పటము; అయస్కాంతక్రియ

ఫారడే ప్రయోగము: ఇంత వరకు విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతములో విద్యుత్ ప్రవాహమున్నచోట అయస్కాంతత్వము సంభవించునను ఒకతరగతి విషయమును గుర్తించితిమి. అందులో కొన్ని ముఖ్యసూత్రములను కూడ గమనించితిమి. ఇప్పుడు దానికి ప్రతియగువిషయములను కొంత పరిశీలింతము. అనగా అయస్కాంతత్వమున్నచోట విద్యుత్ప్రవాహము ఉద్భవించునా అని; ఆ ఉద్భవము ఏపరిస్థితులలో జరుగునని.

ఈమార్గములో పరిశోధనలు జరిపిన శాస్త్రజ్ఞుడు ఫారడే. ఈతని పూర్వికులైన శాస్త్రజ్ఞులందరును ప్రఖ్యాత గణితశాస్త్రవేత్తలగుటచే శాస్త్రవిధానము సంపూర్ణముగా గణితపద్ధతులలో నడచినది. ముఖ్యముగా దూర కార్యభావము (ఐడియా ఆవ్ యాక్షన్ ఎట్ ఏ డిస్టెన్స్) అమలులో ఉండెడిది[3].

---

1. $W = \int_A^B H dl$ ....................(2)

2. $W = 4\pi i$ ........(3)

సమీకరణము ధ్రువము ఒకమారు పరిభ్రమించి వచ్చినప్పటి పనిని సూచించును. ధ్రువము 'n' మారులు అట్లు తిరిగివచ్చినచో అది $W = 4\pi ni$ అగును,

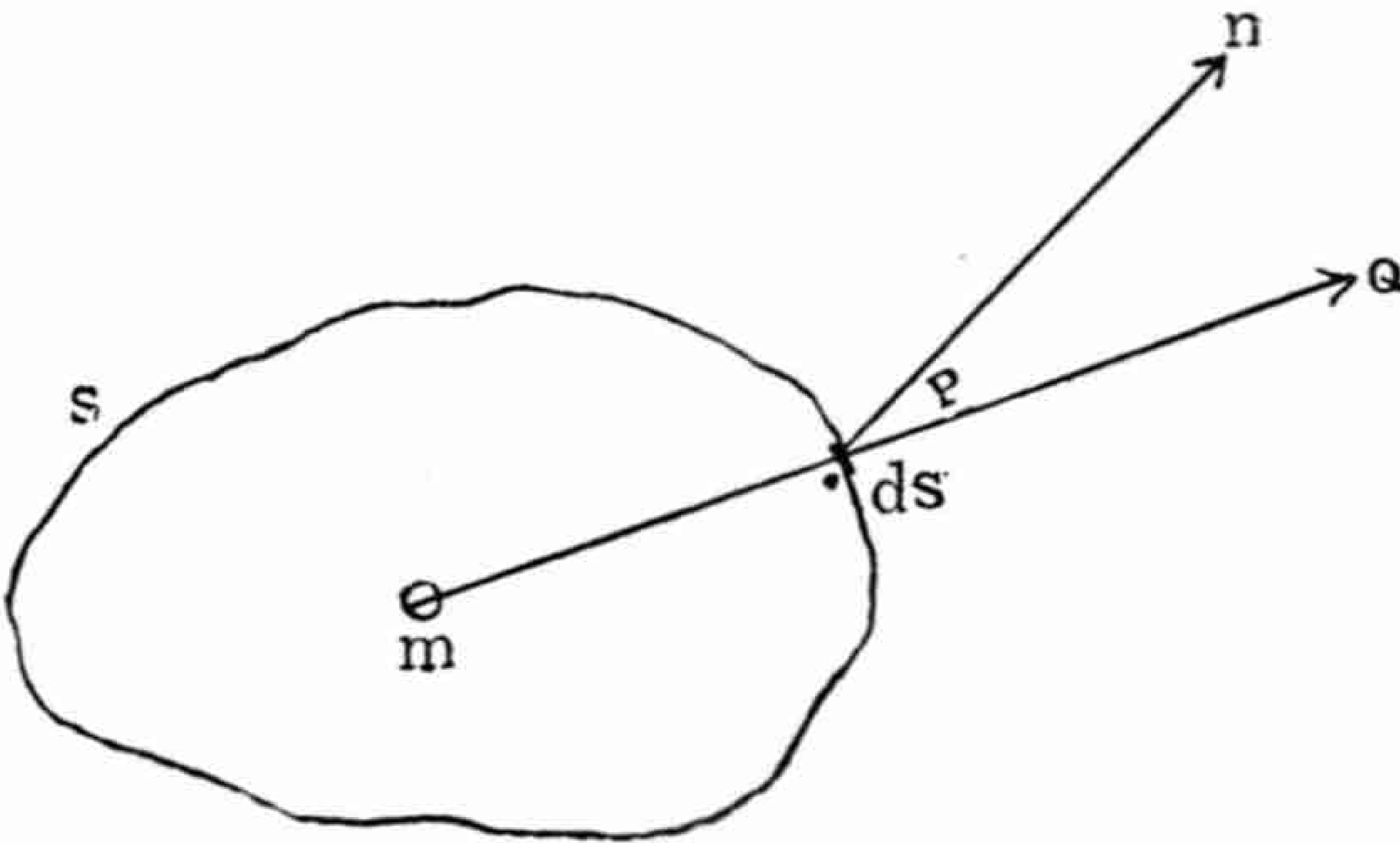
ధ్రువము 'i' చుట్టును తిరుగకపోయిన

$W = 4 = 4\pi \times 0 = 0$

అనగా ధ్రువము 'i' ని పెనవేసుకొనక పోయినచో పని ఏమియు జరుగదు.

3. ఉదా: రెండు విద్యుత్‌ధ్రువములు 'x' దూరములో ఉండిన ఆ రెండింటిమధ్యనున్న ఆకర్షణబలము: $F = \frac{Q_1 Q_2}{KX^2}$. ఇందులో $Q_1$ = మొదటి ధ్రువబలము; $Q_2$ = రెండవ ధ్రువబలము; K = ఆధ్రువములు ఉన్న క్షేత్రపు ప్రకృతినిబట్టి నిర్ణీతమగు సంఖ్య. ధ్రువములు దూరదూరముగనుండి వాటిమధ్య ఏవిధమైన భౌతిక సంబంధము లేనప్పటికి వాటిమధ్య ఆకర్షణ

ఫారడే పరిపూర్ణమైన ప్రాయోగిక శాస్త్రజ్ఞుడు. అతనికి ఈ దూర కార్యభావము ఎంతమాత్రము నచ్చలేదు. రెండు ధ్రువములకు మధ్య ఏవిధమైనసంబంధమును లేనిదే ఒక దానినొకటి ఎట్లు ఆకర్షించగలవన్న సమస్య అతనిని బాధించినది. కనుక అతడు ఈవిధముగా దానిని తీర్పు చేసెను. ధ్రువమునకు, ధ్రువమునకు మధ్యనున్న ప్రదేశము లలో ధ్రువముల ఉనికివలన చాలమార్పు వచ్చును. ఆ ప్రదేశము ఒకవిధమైన మార్పుకు గురియై విద్యుదయ స్కాంతబలములకు అదియే స్థానమగునని సిద్ధాంతీకరించెను. ఈ చిన్న సూత్రము తరువాతి ప్రఖ్యాత శాస్త్రవేత్త మాక్స్‌వెల్ నుండి నేటి విజ్ఞాని ఐన్‌స్టయిన్ వరకు




6 వ పటము : విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము

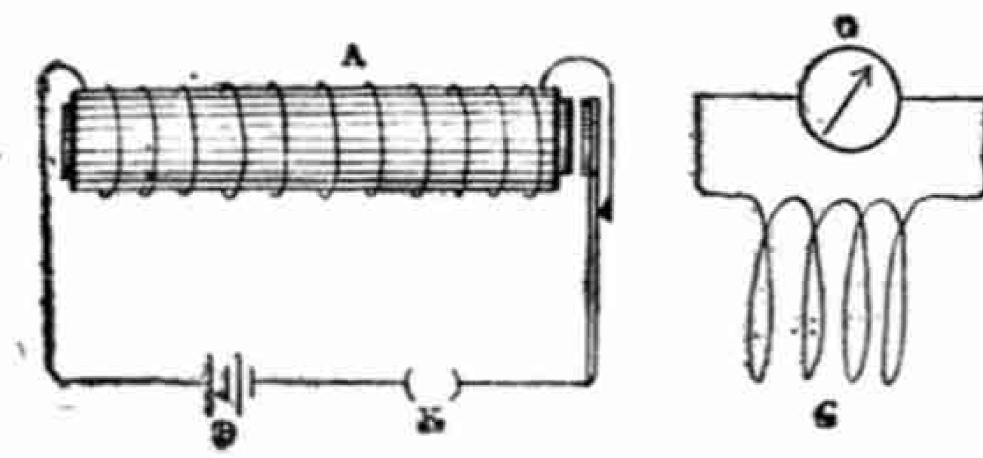
ఖ్యాతివహించిన శాస్త్రజ్ఞుల చేతులలో 'క్షేత్రసిద్ధాంతముల' కన్నిటికి పునాది అయినది. నాటినుండి శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టి ధ్రువములమీదకన్న ఆధ్రువములున్న ప్రదేశము మీదికి మరలినది. అనగా బలమునకు స్థానము ప్రదేశముగాని ధ్రువములుకావు; లేదా ధ్రువములు ప్రదేశములోనున్న విలక్షణస్థానములు.

పైనుదాహరించిన సూత్రము ననుసరించి విద్యుదయ స్కాంతసిద్ధాంతమునకు పునాది యనదగిన సిద్ధాంతమును గాస్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించెను. 'm' అను అయ స్కాంతధ్రువము 'S' అను మూయబడిన ప్రదేశములో ఉన్నదనుకొందము. 6 వ పటములో చూపినట్లు మూయ బడినప్రదేశములో 'P' అనుచోటువద్ద చిన్న 'dS' అను ప్రదేశమును పరిశీలింతము. ఆప్రదేశమువద్ద 'Pm' అనునది 'dS' కు లంబముగానున్నదను కొందము. m నుండి P కి గల దూరము x అనుకొందము. ఈ మూయ బడినప్రదేశముచే నిర్ణీతమైన సంఖ్య '$\mu$' అనుకొందము.

అపుడు m వలన P వద్ద కలిగిన క్షేత్రబలము, గణిత సమీకరణ[4] సహాయమున సాధించవచ్చును.

గణితశాస్త్రరీత్యా దీనిని సులభముగా గణించవచ్చును. అది చేసిన మొత్తపు లంబప్రేరణము $4\pi m$....(4) అని అనవచ్చును. ఈ సమీకరణమును మొదట గాస్ ప్రతిపా దించుటచేత దీనికి 'గాస్‌సిద్ధాంతము'ని పేరు వచ్చినది. విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమున కిది ఒక మూలసూత్రము. ఇప్పుడు ఫారడే ప్రయోగములను గురించి నేర్చుకొన వచ్చును.

విద్యుత్ ప్రరోచనము : A అను తీగచుట్టలో B అను విద్యుత్‌ఘటమాలవలన విద్యుత్‌ప్రవాహమును కలుగజేయ వచ్చును. A లో మెత్తటి ఇనుపకడ్డీ తీగచుట్టకు తగులకుండ ఉండి A లో ప్రవాహమున్నప్పుడే అది అయస్కాంత మగును. A లో ప్రవాహము లేనప్పుడు దాని అయ స్కాంతత్వము పోవును. K అను మీటతో 7 వ పటములో చూపినట్లు A లోని ప్రవా హము అపుట, పంపుట చేయవచ్చును. C అనునది వేరొక




7 వ పటము : విద్యుత్‌ప్రరోచనము

---

మాత్రము ఉండును. అట్లే అయస్కాంత సిద్ధాంతములో $F = \frac{m_1 m_2}{\mu x^2}$ అను సమీకరణము ఉన్నది. ఇందులో $\mu$ అయ స్కాంతక్షేత్ర నిర్ణీతసంఖ్య.

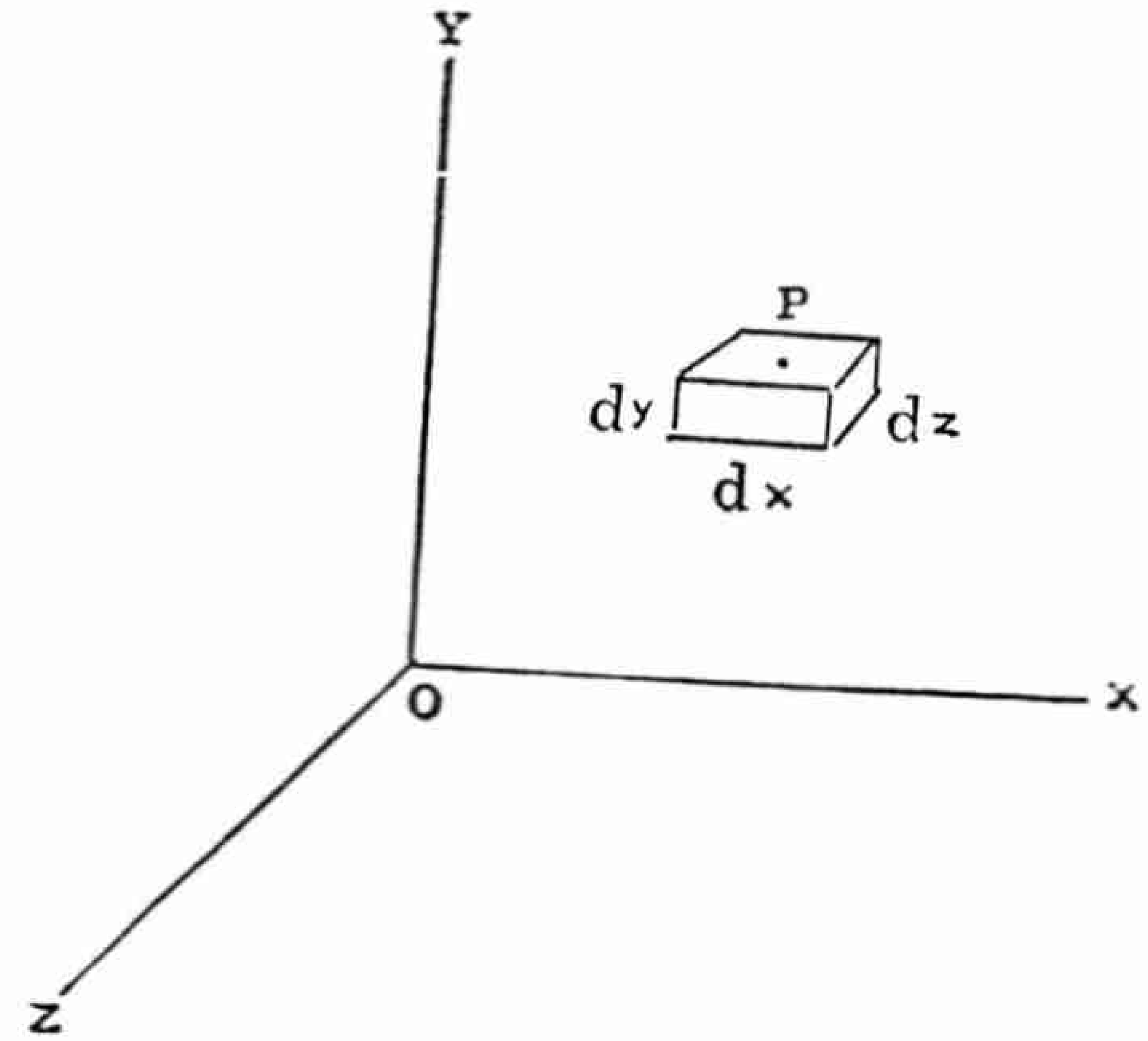
4. $H = m / k x^2$

ఇది mP ని పొడిగించిన PQ అను మార్గములో ఉండును. PQ కు, Pn కు మధ్యగలకోణము '$\theta$' అనుకుందము. PQ వైపు H బలము ఉన్న దానికి ఓరగా Pn వైపు H లో కొంతభాగమే ఉండును. అది $H \cos\theta$ అగును. దీనిని $\mu$ చేత హెచ్చించిన $\mu H \cos\theta$ $= \frac{m}{x^2} \cos\theta$ వచ్చును. $\mu H$ అను గుణకమును ప్రరోచనమని అందురు. ప్రస్తుతసందర్భములో ఇది అయస్కాంత ప్రేరణము. ఈరీతిగా E అనునది విద్యుత్‌క్షేత్రబలమైనచో $KE = N$, దీనిని విద్యుత్‌ప్రేరణము అందురు. సాధారణముగా $\mu H$ ని B అని వ్యవహ రింతురు. ఫారడే సిద్ధాంతములో ఈ $B = \mu H$ అను ప్రేరణము P నుండి PQ వైపు ప్రసరించును. Pn వైపు ప్రసరించు భాగమగు '$\mu H \cos\theta$' ను లంబప్రేరణభాగము అందుము. దీనిని dS చేత హెచ్చించిన dS ప్రదేశములోనుండి లంబముగా ప్రసరించు అయ స్కాంతప్రేరణ లభించును. ఇదేరీతిగా 'S' అంతటిని చిన్న చిన్న ప్రదేశములుగా విభజించి వాటికి సంబంధించిన అయస్కాంత ప్రేరణములను కలిపిన 'S' యొక్క ఉపరిభాగమునుండి లంబ ముగ ప్రసరించు ప్రేరణ మొత్తము వచ్చును. సాంకేతిక పరిభాషలో దీనిని మొత్తపులంబప్రేరణము అందురు. దీనినే మొత్తపు ప్రవా హము అనికూడ అందురు. అనగా :

$$\text{మొత్తపులంబప్రేరణము} = \int_S \mu H \cos\theta . dS$$

తీగచుట్ట. ఇది 'G' అను గాల్వనీ మాపకమునకు కలిపి ఉండును. A కి దగ్గరగా C ఉన్న దనుకొందము. మీటనువేయగనే ఇనుపకడ్డీ అయస్కాంతమగును. అందువలన దాని చుట్టునున్న ప్రదేశములో అయస్కాంత ప్రరోచన ప్రసరించును. అందులో కొంత అయస్కాంత ప్రవాహము C ని పెనవేసికొని ఆ తీగచుట్ట ద్వారా పోవును. ఆ పరిస్థితులనే ఫారడే ఈ విధముగా ఆలోచించెను. విద్యుత్ ప్రవాహము ఉన్నప్పుడు అయస్కాంతత్వము, అయస్కాంత క్షేత్రము జనించును కనుక దానికి ప్రతిగా అయస్కాంతత్వము ఉన్నచోట విద్యుత్తు జనించవలెనని ఊహించెను. 'K' మూసి విద్యుత్తు A లో ప్రవహించగనే ప్రరోచనవలన C లో విద్యుత్తు జనించగనే అది గాల్వనీ మాపకము G వల్ల తెలియును. కాని ఫారడే అనుకున్నట్లు ఏమియు జరగలేదు. A లో ఎంతవిద్యుత్తు ప్రవహించినను C లో ఏమియు జరుగలేదు. కాని ఒకటి మాత్రము సూక్ష్మగ్రాహియైన ఫారడే గుర్తించెను. అది ఏమన A లో విద్యుత్తు మొదలిడిన క్షణములో ఇనుము అయస్కాంతము అగును. అంతవరకును అయస్కాంత ప్రరోచనయు, క్షేత్రమును లేనిచోట అవి జనించి కొంత విలువను పొందును. విద్యుత్తు ఒకేబలములో ప్రవహించుచున్నంత కాలము అనగా దాని ప్రవాహము స్థిరమైనప్పటినుండి అయస్కాంత ప్రరోచనములో మార్పేమియు ఉండక స్థిరముగా నుండును. కాని ప్రవాహము ఆగిపోయినంతనే ప్రరోచనము శూన్యమునకు తగ్గిపోవును. ఆ ప్రరోచనములో మార్పు కలుగుచున్న క్షణములలోనే C లో విద్యుత్తు జనించును. దీని అర్థమేమన C లో జనించు విద్యుత్తునకు కారణము దానిచుట్టునున్న అయస్కాంత ప్రేరణములోని మార్పు. ఈ పరిశోధనలనే ఫారడే కూలంకషముగ కొనసాగించి అతనిపేర బరగు సూత్రము[5] అను నిర్వచించెను.

మాక్స్‌వెల్ సిద్ధాంతములు : ఇంతకుముందు వివరించిన సూత్రములను ఆధారము చేసికొని విద్యుత్ అయస్కాంత సిద్ధాంతమును క్రింది సమీకరణములచే మాక్స్‌వెల్ నిర్వచించెను. OX,OY,OZ అను మూడు లంబాక్షములను (చూ. 8 వ పటము) ఆధారముగా తీసికొందము. P అను




8 వ పటము : మాక్స్‌వెల్ క్షేత్రసమీకరణములు

చోట అయస్కాంత క్షేత్రము, విద్యుత్ క్షేత్రముకూడ ఉన్నవనుకొందము. అక్కడ dx,dy,dz, అను చిన్నచిన్న అంచులుగల క్షేత్రాయతనమును గుర్తించిన క్రింది సమీకరణములు వచ్చును[6].

---

5. A లో విద్యుత్తు మొదలయినప్పుడు C లో ఒకవైపునను, అంతమైనప్పుడు దానికి ప్రతికూల దిశలోను విద్యుత్ ప్రవాహము జరుగుటకూడ పరిశోధనల వలన తెలిసినది. ఏ క్షణములోనైన C ని పెనవేసికొనిన అయస్కాంత ప్రవాహపు విలువ N అయి dt అను అత్యల్ప కాలములో అది $N + dN$ కు మారినచో $\frac{dN}{dt}$ అనునది ప్రవాహపు మార్పురేటు అని గుర్తింపవచ్చును. C లో అందుమూలముగా జనించిన విద్యుచ్చాలక బలము (ఇ. ఎమ్. ఎఫ్.) 'e' అనుకొనిన ఫారడే సూత్రమును క్రింది విధముగా వ్రాయవచ్చును:

$$e = -K\frac{dN}{dt} \quad \text{.........(5)}$$

K అనునది ఒక స్థిరాంకము. సరియైన యూనిట్‌ను తీసికొనిన $K=1$ అగును. కనుక $e = -\frac{dN}{dt}$ ....(6) అని వ్రాయవచ్చును.

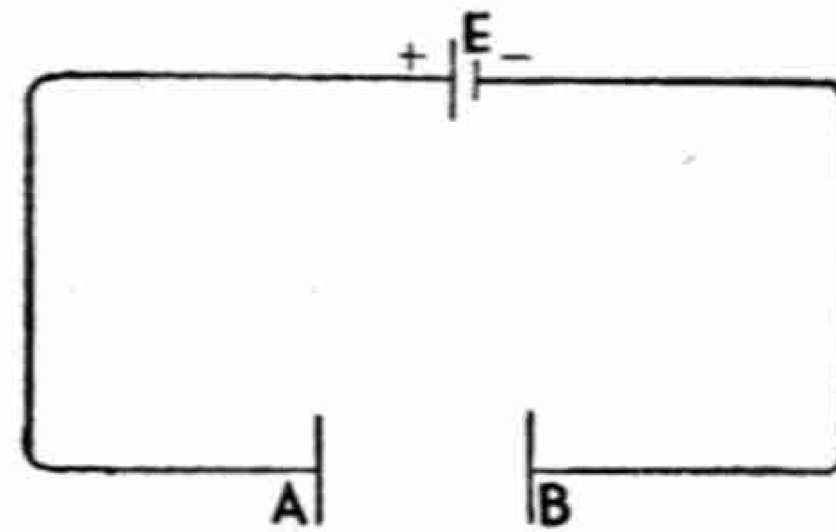
6. P వద్ద అయస్కాంత క్షేత్రబలము H అనుకుందము. ఇట్లే విద్యుత్ క్షేత్రబలము E అనుకుందము. $H_x$ అనునది OX దిశగా ఉన్న H యొక్క భాగము. అట్లే $H_y$, $H_z$, $E_x$, $E_y$, $E_z$ ఆయా క్షేత్రబలముల భాగములు అగును. అక్షరమునకు కుడిగా దిగువ వ్రాసినగుర్తు ఆ భాగపు దిక్కును తెలియజేయును. ఈ భాగముల చోటు మారినప్పుడు వాటి మార్పురేట్లను

$$\frac{dH_x}{dx},\ \frac{dH_y}{dy},\ \frac{dH_z}{dz},\ \frac{dE_x}{dx},\ \frac{dE_y}{dy},\ \frac{dE_z}{dz}$$ అను

సాంకేతికము వలన తెలియజేయుదుము,

ఉదా : $\frac{dH_x}{dX}$ అనునది $H_x$ అనుభాగము OX దిశగా మారురేటు. అనగా OX దిశగా ఒక యూనిట్ దూరము జరిగిన $H_x$ లో కలుగు మార్పు $\frac{dH_x}{dX}$. ఇట్లే ఇతర సాంకేతికములను కూడ అర్థము చేసికొనవలెను. P అనుచోట ఒక ఘన యూనిట్ ప్రదేశములోనున్న విద్యుత్తు (విద్యుత్ సాంద్రత) '$\rho$' అనుకొందము. అచ్చటి అయస్కాంత సాంద్రత 'm' అను

ఈ 7, 8, 9, 10 సమీకరణములను క్షేత్రసమీకరణము అందురు. వీటితో బాటు మరియొక రకపు క్షేత్రసమీకరణములను కూడ మాక్స్‌వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా పొందుపరచెను. భౌతికశాస్త్రములో ముఖ్యాతిముఖ్యమైన ఈ రానున్న క్షేత్రసమీకరణములను వెలువరించడమే మాక్స్‌వెల్ యొక్క అత్యున్నతమేధకు గురుతు. ఈయన సిద్ధాంతమును ఈవిధముగా చెప్పవచ్చును. మొదటిలో గుర్తించిన రీతిగ ద్రవ్యములన్నిటిని ప్రవాహానుకూలములు, ప్రతికూలములు, అని రెండు రకములుగా విభజింపవచ్చును. ఈ రెండవవాటినే పారవిద్యుతికములు (చూ. పు. 476) అని కూడ అందురు. ఏదైన పారవిద్యుతికమును విద్యుత్ క్షేత్రములలో ఉంచిన అందులోని ఎలక్ట్రాన్‌లు తమ నిశ్చిత స్థానములనుండి కొద్దిగ జరుగును. ఈ జరుగుదలయే మాక్స్‌వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా ఒకవిధమైన విద్యుత్ ప్రవాహమని వ్యవహరించబడుచున్నది. దీనిని 'స్థానచలన ప్రవాహము' అని మాక్స్‌వెల్ నిర్వచించెను. ఉదా: (చూ. 8వ పటము). AB రెండు లోహపుఫలకములు అనుకొందము.




8 వ పటము ; సంఘనక ఫలకములు

ఆ రెండిటింకిని మధ్య ఏదో ఒక పారవిద్యుతికము లేక శూన్య ప్రదేశము ఉన్నదనుకొందము. ఆ రెండింటిని E అను విద్యుత్ ఘటమాలకు తగిలించిన సాధారణముగ మనము వ్యవహరించు విద్యుత్ ప్రవాహము ఏమియు ఉండదు. అటువంటిదానిని వివృత మార్గము అందురు. కాని మాక్స్‌వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా వివృతమార్గములు అనునవి లేవు. విద్యుత్ ప్రవాహములన్నియు సంవృత మార్గములే. AB లకు మధ్య పారవిద్యుతికములో కలిగిన చలన ప్రవాహము ప్రవాహమార్గమును పూర్తిచేయును. AB లకు మధ్య సాధారణ విద్యుత్‌ప్రవాహము లేకపోయినను విద్యుత్ క్షేత్రము మాత్రము ఏర్పడును. దాని బలము '$\varepsilon$' అనుకొందము. అది మారనప్పుడు మాక్స్‌వెల్ స్థానచలన ప్రవాహము[7] ఏమియు ఉండదు.

---

కొందము. ఈ పరిస్థితులలో dX, dY, dZ అను ఆయతనమునకు గౌస్ సూత్రమును నప్పించిన:

$$\frac{dE_x}{dx}+\frac{dE_y}{dy}+\frac{dE_z}{dz}=A\frac{4\pi\rho}{K} \quad \text{..................(7)}$$

అను సమీకరణము వచ్చును. 'K' ఆ క్షేత్రనిర్ణీత స్థిరాంకము. దీనినే పారవిద్యుతిక స్థిరాంకము (చూ. పు. 476) అందురు. ఈ విధముగనే అయస్కాంత సిద్ధాంతము నప్పించిన:

$$\frac{dH_x}{dx}+\frac{dH_y}{dy}+\frac{dH_z}{dz}=\frac{4\pi m}{\mu} \quad \text{..................(8)}$$

అను సమీకరణము వచ్చును. $\mu$ ను 'పెర్మియబిలిటీ' అందురు.

ఆ ప్రదేశములోనే P వద్ద I అను ప్రవాహబలముగల విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నదనుకొనిన $I_x$, $I_y$, $I_z$ లు OX, OY, OZ దిక్కులలో ప్రవహించు భాగములు అగును. ఇంతకు ముందు ఒక యూనిట్ అయస్కాంతధ్రువమును ఒక్కమారు I చుట్టు తీసికొని పోవుటకు కావలసిన పని $4\pi I$ అని గుర్తించితిమి. ఈ సూత్రమును ప్రస్తుత పరిస్థితికి నప్పించిన క్రింది సమీకరణము వచ్చును:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dH_z}{dy}-\frac{dH_y}{dz}&=4\pi I_x\\ \frac{dH_x}{dz}-\frac{dH_z}{dx}&=4\pi I_y\\ \frac{dH_y}{dx}-\frac{dH_x}{dy}&=4\pi I_z\end{aligned}\right\} \quad \text{..................(9)}$$

ఫారడే అయస్కాంత ప్రరోచన (6 వ సమీకరణము) $e=-\frac{dN}{dt}$ అను దానిని ఉపయోగించిన మరి ఒక మూడు సమీకరణములు క్రింది విధముగా లభించును:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dE_z}{dy}-\frac{dE_y}{dz}&=-\mu\frac{dH_x}{dt}\\ \frac{dE_x}{dx}-\frac{dE_z}{dx}&=-\mu\frac{dH_y}{dt}\\ \frac{dE_y}{dx}-\frac{dE_x}{dy}&=-\mu\frac{dH_z}{dt}\end{aligned}\right\} \quad \text{..................(10)}$$

7. కాని అది మార్పుచెందినపుడు దాని మార్పు రేటు $\frac{d\varepsilon}{dt}$ అయిన మాక్స్‌వెల్ ప్రవాహము $I=\frac{K}{4\pi}=\left(\frac{d\varepsilon}{dt}\right)$ అని చూపవచ్చును.

కనుక దీని భాగములు $I_x$, $I_y$, $I_z$ అగును. అవి

$$I_x=\frac{K}{4\pi}\left(\frac{d\varepsilon_x}{dt}\right)$$

$$I_y=\frac{K}{4\pi}\left(\frac{d\varepsilon_y}{dt}\right)$$

$$I_z=\frac{K}{4\pi}\left(\frac{d\varepsilon_z}{dt}\right)$$

ఈ సమీకరణములను 9 వ సమీకరణముతో చేర్చినచో వచ్చు సమీకరణములు ప్రక్కపుట పాదములోని 11 వ సమీకరణములో కననగును:

**మాక్స్‌వెల్ సమీకరణముల ఫలితము :** ఒకవాక్యములో చెప్పవలసివచ్చిన పైసమీకరణముల ఫలితమే విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతము. ఈ సిద్ధాంతముయొక్క చరిత్రలోని ముఖ్యఘట్టములన్నింటిని పరిశీలించి చూచిన మొట్టమొదట విద్యుత్తు విషయములు, అయస్కాంతవిషయములు రెండు వేర్వేరు శాస్త్రములుగా జనించి, వృద్ధిపొంది క్రమముగా శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనల వలన ఆరెండింటికిని గల సంబంధము క్రమక్రమముగ వెలుగులోనికి రావడమే నని తేలును. మాక్స్‌వెల్ యుగము విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంత చరిత్రలో స్వర్ణయుగమని చెప్పవలెను. కారణమేమన ఒక్కపై సమీకరణ సమూహముతో మాక్స్‌వెల్ అంత వరకు ఊహించుటకైనవీలుకాని కాంతిశాస్త్రమును విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రములోని విశేష ప్రకరణముగ చూపించెను.

మాక్స్‌వెల్‌కు పూర్వము శాస్త్రజ్ఞులందరు యాంత్రిక దృష్టికి అలవాటుపడినవారు. కనుక కాంతి తరంగరూపమైనశక్తి అనినతోడనే ఇది ఎందులోని తరంగములు అన్న ప్రశ్న వచ్చినది. తరంగము ప్రవహించుటకు ఏదోయొక తరంగయానకము ఉండవలెను. కనుక నాటిశాస్త్రజ్ఞులు సర్వాంతర్యామియైన ఊహాకల్పితతరంగ యానకమును సృష్టించి దానిని 'ఈథర్' (చూ. పు. 213) అనిరి. ఈ ఈథర్ యొక్క గుణములు మహావిచిత్రములు, పరస్పర విరుద్ధములు అయినను ఏదోఒక యాంత్రికవిధాన ముండిన గాని సంతృప్తిచెందని నాటిశాస్త్రజ్ఞులు ఈథర్ భావమును విడువకుండ దానినిగురించి హెచ్చుపరిశ్రమకును, క్లేశమునకును లోనయిరి.

మాక్స్‌వెల్ తన సమీకరణములతో 'కాంతి' విద్యుదయస్కాంతతరంగములని చూపించిననాడు చాలవరకు ఈథర్ అంతకుముందనుకున్న విచిత్రఘనపదార్థము కాదని నిరూపింపగల్గెను. ఈ నిరూపణయే మాక్స్‌వెల్ సమీకరణ ఫలితము.

మరొక విశేషమేమన, నాటికే కాంతి నిర్ణీతమైన వేగముతో ప్రసరించి పురోగమించునని ప్రయోగరీత్యా కనుగొనిరి. దానివేగము సెకనుకు $3 \times 10^{10}$ సెంటీమీటరులు. అనగా సెకను 1,86,000 మైళ్లు. ఏదైనతరంగము ఇంత వేగముతో పురోగమించ వలెననిన ఈథర్ కు ఏమాత్రము బరువులేకయైన పోవలెను, లేదా అది అపరిమితమైన గట్టిదనమును కలిగియైనను ఉండవలెను. బరువు లేకపోయినచో అది ద్రవ్యమే కాదు. అటువంటిదానికి అపరిమితమైన గట్టితనమెట్లు వచ్చును? అంతగట్టిపదార్థము సర్వాంతర్యామిగా ఉన్నప్పుడు విశ్వములో ఇతరవస్తువులెట్లు కదలును ? ఇవన్నియు తీరని సమస్యలు. కాంతి విద్యుదయస్కాంతతరంగవిశేషమని మాక్స్‌వెల్ చూపగనే ఈ సమస్యలన్నియు సూర్యునిముందు మంచు విడినట్లు విడిపోయినవి.

మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములను సరియయిన గణితశాస్త్ర పద్ధతులచే వ్యవహరించిన ఆసమీకరణములనుండి దిగువ ముఖ్యసమీకరణము [8] వచ్చును.

---

$$\left.\begin{aligned} \frac{dH_z}{dy} - \frac{dH_y}{dz} &= K\frac{d\varepsilon_x}{dt} \\ \frac{dH_x}{dz} - \frac{dH_z}{dx} &= K\frac{d\varepsilon_y}{dt} \\ \frac{dH_y}{dx} - \frac{dH_x}{dy} &= K\frac{d\varepsilon_z}{dt} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots(11)$$

7, 8, 10, 11 సమీకరణములను మాక్స్‌వెల్ సమీకరణము లందురు. ఈ నాలుగును విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతసారమని చెప్పవచ్చును.

---

8. $$\frac{d^2\varepsilon_x}{dx^2} + \frac{d^2\varepsilon_x}{dy^2} + \frac{d^2\varepsilon_x}{dz^2} = \mu K \frac{d^2\varepsilon_x}{dt^2} \quad \ldots\ldots\ldots(12)$$

దీనిని క్రింది విధముగా కూడ వ్రాయవచ్చును:

$$\nabla^2 \varepsilon_x = \mu K \frac{d^2\varepsilon_x}{dt^2} \quad \ldots\ldots\ldots(13)$$

పై సంకేతములలో $\nabla^2$ అను దానిని లాప్లాస్ అను ప్రవర్తకము అందురు. అది $\left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}\right)$ అను ప్రవర్తకమునకు గుర్తు. ఆ విధముగ $\varepsilon_y$, $\varepsilon_z$, $H_x$, $H_y$, $H_z$ లకు కూడ సమీకరణములు వ్రాయవచ్చును. మాక్స్‌వెల్ సమీకరణముల నుండి ఉదాహరణకు :

$$\nabla^2 H_x = \mu K \frac{d^2 H_x}{dt^2} = \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}\right) H_x \quad \ldots\ldots\ldots(14)$$

$$\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} = \frac{1}{v^2} \cdot \frac{d^2u}{dt^2} \quad \ldots\ldots\ldots(15)$$

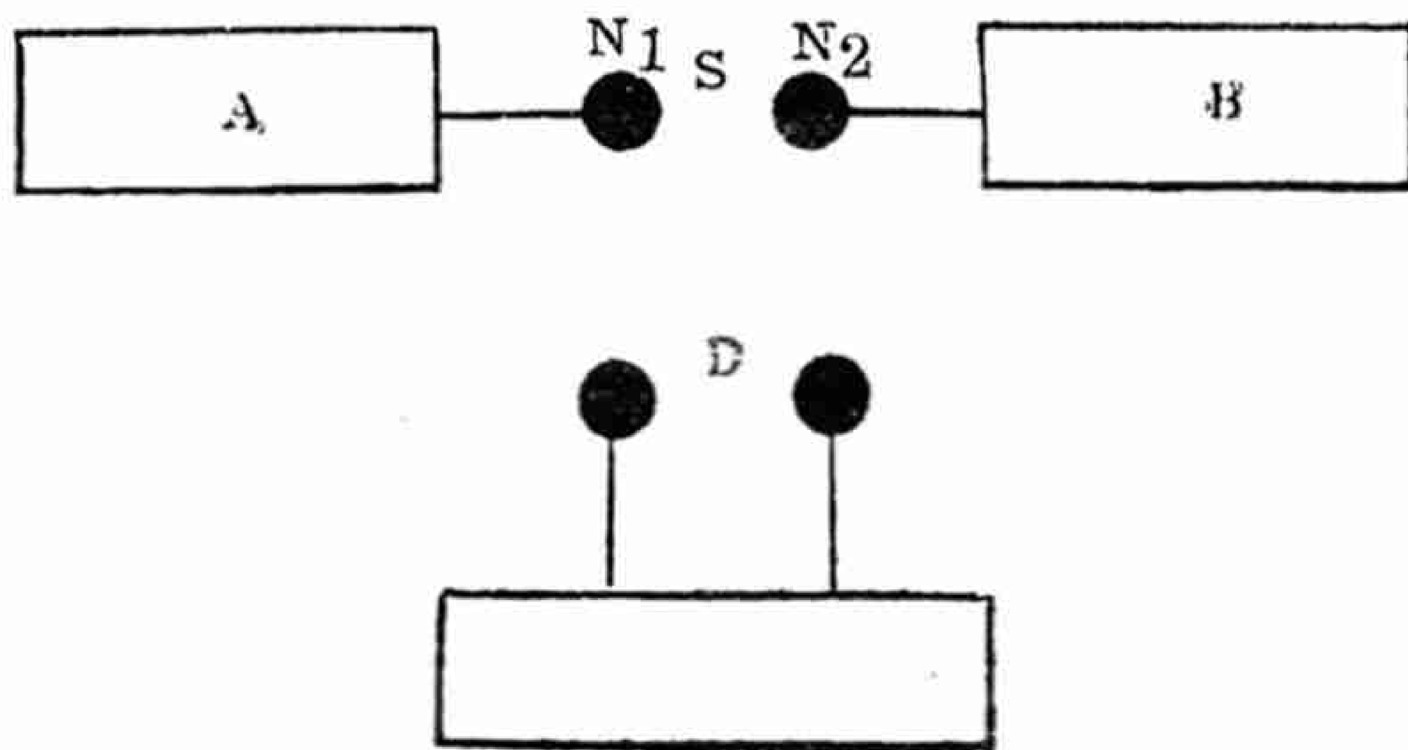
అను సమీకరణము తరంగ ప్రసరణకు సంబంధించిన సాధారణ సమీకరణము. అందులో v అను సంఖ్య తరంగ గమనవేగము. 13 ను గాని, 14 ను గాని, 15 తో సైపారుచేసి చూచిన

$$\frac{1}{v^2} = \mu K, \text{ లేదా } v = \frac{1}{\sqrt{\mu K}} \quad \ldots\ldots\ldots(16)$$

అని తేలును. దీని విపులార్థము ఏమనగా, మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములు విద్యుదయస్కాంత తరంగముల సమీకరణములనియు,

అంతవరకు విద్యుత్తునకుగాని, అయస్కాంతత్వమునకు గాని ఏవిధమైనసంబంధము లేకుండ వృద్ధిపొందుచు వచ్చిన శాస్త్రజ్ఞానము నాటినుండి విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతములో లీనమయినది. పై చారిత్రాత్మకవిషయమే మాక్స్‌వెల్ సమీకరణముల ఫలితము.

మాక్స్‌వెల్‌సిద్ధాంతములకు ప్రాయోగికనిర్ధారణ: మాక్స్‌వెల్ తన విద్యుదయస్కాంత కాంతి సిద్ధాంతమును 1865లో ప్రతిపాదించెను. కాని కాంతివేగము $\frac{1}{\sqrt{\mu K}}$ అగుటతప్ప వేరొక రుజువు ఏదియును తరువాత 15 సంవత్సరములవరకును లేదు. 1880 లో హెర్ట్స్ అను శాస్త్రకారుడు మాక్స్‌వెల్‌సిద్ధాంతమునకు ప్రత్యక్షప్రాయోగిక నిదర్శనము కల్పించెను. ఆయన చేసిన ప్రయోగము ఈవిధముగ వివరింపవచ్చును. ASB అనునది ధారణసామర్థ్యము, ప్రేరేపణ, నిరోధములు గల విద్యున్మార్గము. అటువంటి విద్యున్మార్గము ఉన్నప్పుడు కొన్ని పరిస్థితులలో $N_1$, $N_2$ ల




10 వ పటము : విద్యుత్‌కంపకము.

మధ్య స్పందనరూపకమైన విద్యుత్ప్రవాహము జరుగును. అనగా, $N_1$, $N_2$ ల మధ్య విద్యుత్తు ఒకమారు ఒకవైపు, ఇంకొకమారు ఇంకొకవైపు అతివేగముగ దిక్కులు మార్చుచు ప్రవహించును. సెకనుకు ఈమార్పు n పర్యాయములు జరిగిన 'n' ను పౌనఃపున్యము అందురు. ఇది ఆయన ప్రయోగములలో సెకనుకు కొన్ని లక్షలవార్లు జరిగినది. ఈపౌనఃపున్యము $10^{10}$ వరకు ఉండును. $N_1$, $N_2$ లకు దూరముగ D అన్నచోట ఒక తీగను దరిదాపు వలయాకారములో చుట్టి చివరలందు మాత్రము ఎడముండునట్లు ఉంచెను. $N_1$, $N_2$ ల మధ్య పై చెప్పిన కంపనోత్సర్గము జరిగినప్పుడు D వద్ద తీగచివరల మధ్య చిన్న చిన్న మెరుపుతీగలవంటి విద్యుత్‌స్ఫులింగములు బయల్వెడలుట హెర్ట్స్ కనిపెట్టెను. అనగా $N_1$, $N_2$ ల నుండి విద్యుత్ప్రసారము బయలుదేరి మధ్యనున్న ప్రదేశముగుండా D వద్దకు ఏవిధమైనతీగత్రోవలేకుండనే వచ్చుచున్నదన్నమాట. దీనిఅంతరార్థమే విద్యుదయస్కాంత తరంగ ప్రసారము. మాక్స్‌వెల్ సిద్ధాంతరీత్యా చెప్పినజోస్యమునకు ఇదియే ప్రాయోగికమైననిర్ధారణ. అప్పటినుండి విద్యుదయస్కాంతతరంగముల యొక్క భౌతికవాస్తవికత్వము రూఢి అయినది. తరువాతిప్రయోగములవలన ఈ విద్యుదయస్కాంతతరంగములు సాధారణ కాంతితరంగములవలెనే పరావర్తనమొందుట, వక్రీభవనమొందుట, మిథోఘట్టనమొందుట, వివర్తనమొందుటకూడ ప్రయోగరీత్యా రుజువయినది. నేడు ఒకచివర ప్రసారిత రేడియోతరంగములు మొదలుకొని ఉష్ణతరంగములు, కాంతితరంగములు, X-కిరణములు, $\gamma$-కిరణములు - ఇవన్నియు ప్రత్యేకవిద్యుదయస్కాంతతరంగములని పూర్తిగా తెలిసినది. నాటి మాక్స్‌వెల్ సమీకరణములే వీటన్నిటికి పునాదియని చెప్పవలెను. ఈవిధముగ విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము మాక్స్‌వెల్ చేతులలో పరిణతిని చెందినది.

విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతము - నేటి భౌతికవిజ్ఞానము: ముందు భాగములందు నేర్చికొనిన దానినిబట్టి కాంతి తరంగవిశేషమనియు, న్యూటన్ నాటి కణసిద్ధాంతము పూర్తిగా త్రోసిరాజైనదనియు భావము కలుగవచ్చును. ఈభావములో కొంతసత్యము, కొంతఅసత్యమును కలదు. కణసిద్ధాంతము న్యూటన్‌నాటిరూపములో కాకపోయినను నేడు ఆధునికవిజ్ఞానములో చాల మార్పుచెందినరూపములో పునర్జన్మ మొందినది. దీనినే క్వాంటండైనమిక్స్ (చూ. తరంగయాంత్రికశాస్త్రము - పు. 368) అందురు. 20 వ శతాబ్దములో శాస్త్రపరిశోధనలవలన అనేక విచిత్రసమాచారములు బయలుపడినవి. వాటివలన 19 వ శతాబ్దపు భౌతికశాస్త్రములో విప్లవపూరితమైన మార్పులు కలిగినవి. ప్రస్తుతసందర్భములో చెప్పదగినదేమనగా కాంతికి తరంగరూపము, కణరూపముకూడ కలదని నేటిశాస్త్రము అంగీకరించినది. ఈ రెండును మొదటి పరస్పరవిరుద్ధసంఘటన

ఆ తరంగములు 16 వ సమీకరణములోని $V = \frac{1}{\sqrt{\mu K}}$ అను వేగముతో పురోగమించుననియు గోచరించును. ప్రయోగికముగ $\frac{1}{\sqrt{\mu K}}$ యొక్క విలువ కాంతి గమన వేగమునకు సమానమని లెక్కించిన తేలును. అనగా

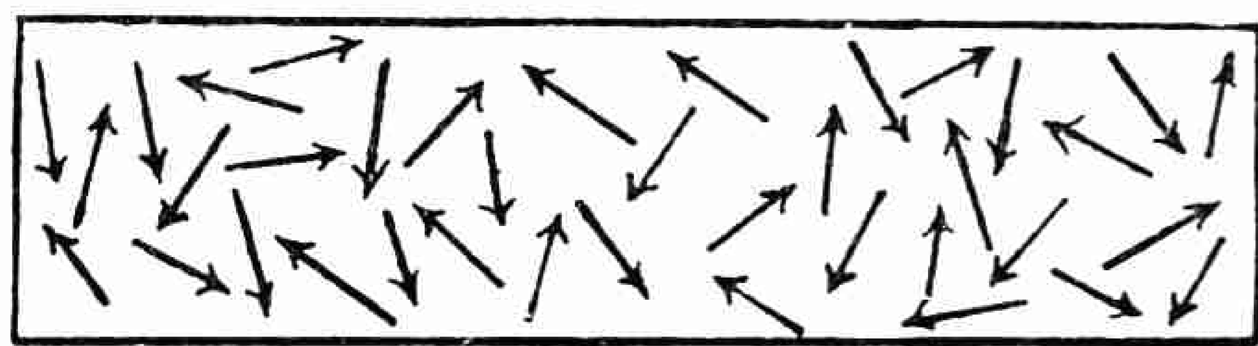
$$\frac{1}{\sqrt{\mu K}} = 3 \times 10^{10} \text{ సెంటీమీటరులు/సెకను.}$$

ఈవిషయము భౌతికవిజ్ఞానచరిత్రలో అత్యంతముఖ్యమైనది. కాంతి $1/\sqrt{\mu K} = 3 \times 10^{10}$ సెంటీమీటరులు / సెకను వేగముతో పురోగమించుననియే కాక కాంతితరంగములు విద్యుదయస్కాంతతిర్యక్ తరంగములనికూడ తేలినది.

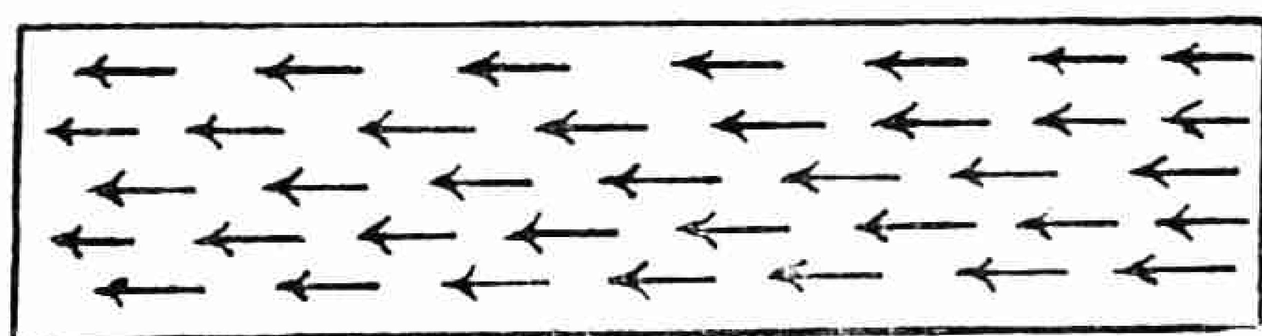
లనియు, ఈక్లిష్టసంఘటన భౌతికశాస్త్రములో విషమసమస్య అనియు భయపడిరి. కాని క్రమేణ ఈ రెండింటిని చాలవరకు సమన్వయించుచు ష్రడింగర్ అను విజ్ఞానవేత్త 'తరంగ యాంత్రికశాస్త్రము' అను సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. 1913 లో బోర్ హైడ్రోజన్ యొక్క నిర్మాణమును, దాని చాతుషప్రవర్తనను సాధారణ విద్యుదాకర్షణసూత్రముల ననుసరించి క్వాంటంసిద్ధాంతమును ఉపయోగించి విశదీక

చెను. ఇందులోని విచిత్రమేమనగా ఈసిద్ధాంతములో ఉపయోగపడిన ఆకర్షణసూత్రములు పూర్వపు విద్యుదయస్కాంత ఆకర్షణ సూత్రములే. ఆయన ఉపయోగించిన యాంత్రికసిద్ధాంతము మాత్రము పూర్వపు సంప్రదాయ సిద్ధాంతము కాదు. ఈ తరంగయాంత్రికమును ఉపయోగించినచో పరమాణునిర్మాణము, పరమాణుసమూహ నిర్మాణము-వాటి ప్రవర్తన మొదలగు అనేకవిషయములు చాల ఒప్పుగా వివరించబడును. పరస్పరవిరుద్ధములు అనుకొనిన తరంగసిద్ధాంతములు చాలవరకు సమన్వయించబడి 20 వ శతాబ్దములో విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతము పూర్వ శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించనిరీతులలో పరిణామము చెందినను దాని ప్రాంశసూత్రములు నేటి భౌతికశాస్త్రములో ఒక ప్రత్యేకప్రాధాన్యముకలవిగా పరిగణించబడుచున్న వనిన అతిశయోక్తి కానేరదు.

ఆధునిక అయస్కాంతసిద్ధాంతము : ప్రకృతిలో లభించు అయస్కాంత ఖనిజములు మొదలుకొని సాధారణముగా లేబొరేటరీలలో ఉపయోగించు అయస్కాంతములవరకు అందరికిని కొద్దిగనో, గొప్పగనో తెలుసును. కాని, అయ



a



b

a అయస్కాంతీకరణమునకు పూర్వము అణువుల క్రమరహితసన్నివేశము

b అయస్కాంతీకరణమునకు తరువాత అణువుల క్రమయుతసన్నివేశము

స్కాంతసిద్ధాంతము ఇటీవలనే ఉద్భవించినదని చెప్పవలెను. మొట్టమొదటి సిద్ధాంతము ప్వాసాన్ (1781-1840) అను శాస్త్రజ్ఞునివలన వివరించబడినది. కాని, దానికి చారిత్రాత్మకమైన విలువకన్న మరేమియు లేదు. ఆతరువాత వీబర్ అనుశాస్త్రజ్ఞుడు మరొక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించెను. ఆసిద్ధాంతప్రకారముగా ప్రతి అయస్కాంతములో నున్న అణువులన్నియుకూడ శాశ్వతాయస్కాంతము లనియు అవి అనయస్కాంతధాతువులో చిందరవందరగా ఉండుట చేత సరాసరిని అయస్కాంతత్వము కనపరచవనియు ఆ ధాతువును అయస్కాంతీకరించడములో ఉపయోగించు, అయస్కాంత క్షేత్రభావమువల్ల క్రమపద్ధతిలోనికి తేబడు ననియు, అందువలన లోహము అయస్కాంతత్వమును సూచించును అనియు వీబర్ వివరించెను; ఈసిద్ధాంతము యూవింగ్ అను శాస్త్రజ్ఞునిచేతిలో పరిణతిచెందినది. 'a' పటములో అనయస్కాంతధాతువులోని స్థితి, 'b' పటములో అయస్కాంతీకృతమైనస్థితి సూచించబడినవి..

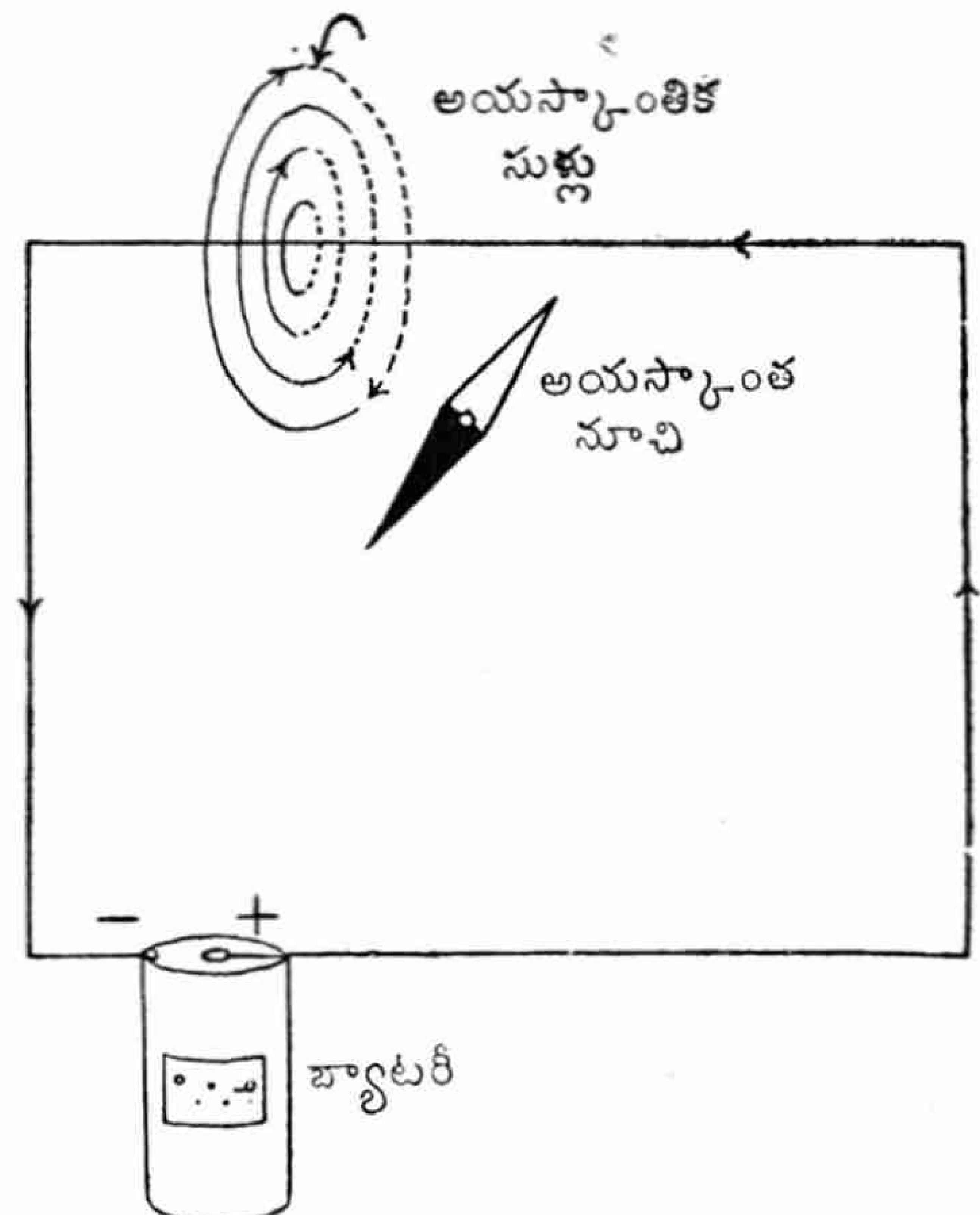
పై సిద్ధాంతము అనేకవిధములుగా ఉపయోగకరమైన ప్పటికిని ఆధునికవిజ్ఞానదృష్టిలో సరియైనదికాదని తేలినది. ఆధునికసిద్ధాంతములు సూత్రప్రాయముగా, క్లుప్తముగా క్రిందవివరించినట్లున్నవి.

ఆధునిక సిద్ధాంతము : నేటి విజ్ఞానపరిశోధనలవలన ఏ ద్రవ్యములోనూ శాశ్వతాయస్కాంతములు లేవని తెలిసి నది. ప్రతి ద్రవ్యములోను ఉన్న పరమాణువులలో నిరంతరము పరిభ్రమించు ఎలక్ట్రాన్‌లను భాగములయొక్క విశిష్ట గుణములవలన అయస్కాంతత్వము ఏర్పడునని తేలినది. దీనిని గురించి తెలుసుకొనుటకుముందు పరమాణువులయొక్క ఆంతరనిర్మాణమునుగురించి కొంతతెలుసు కొనవలెను. నూతన సిద్ధాంతప్రకారము పరమాణువు సౌరవ్యూహమువలె ఉండును. పరమాణువుయొక్క బరువు అంతయు అతిసూక్ష్మమైన ప్రదేశములో కేంద్రీకరించుకుని ఉండును. దీనిని 'కేంద్రకము' అందురు. ఇది మనసౌర వ్యూహములోని సూర్యునివలె ఉండును. సూర్యునిచుట్టును గ్రహములవలె, కేంద్రకముచుట్టును ఎలక్ట్రాన్‌లు నిరంతరము పరిభ్రమించుచు ఉండును. ఒకే ఎలక్ట్రాన్ హైడ్రోజన్ కేంద్రకముచుట్టు తిరుగుచుండును. ఇతర పరమాణువులలో కేంద్రకముచుట్టును అధికమైన ఎలక్ట్రాన్‌లు వివిధ కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచుండును. ఈ పరిభ్రమణములో నున్న ఎలక్ట్రాన్‌లు విద్యుత్‌ప్రవాహమునకు సమానము. ప్రవహించు విద్యుత్తువలన అయస్కాంత క్షేత్రము ఏర్పడు నని ఆంపియర్ సిద్ధాంతమువలన క్రిందటిశతాబ్దములోనే విద్యుత్‌సిద్ధాంతములో వివరించబడినది. కనుక, పరమాణువు లోని అయస్కాంతత్వమునకు మూలము ఈ ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణము ఒకటి. ఇంతేగాక, ఎలక్ట్రాన్ కేంద్రకము చుట్టును పరిభ్రమించుటయేగాక, భూమివలె తనలోతానే

భ్రమించునని ఆధునిక సిద్ధాంతము. పైగా, కేంద్రకము తనలోతను భ్రమించును. ఈవివిధ పరిభ్రమణములే అయస్కాంతత్వమునకు కారణములని ఆధునికప్రకృతిశాస్త్రము నిరూపించినది. ఇందువలన సాధారణముగా జనసామాన్యము అనుకునే ఇనుము, ఉక్కు ద్రవ్యములకేకాక, అయస్కాంతత్వము ద్రవ్యమున కంతటికిని ఉండు సామాన్య లక్షణమని తేలును. అయస్కాంతత్వము ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులన్నిటిలోనూ ఉండును. స్థలాభావము, ఇతర కారణములవలన ప్రస్తుతము ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకము చుట్టును తిరుగుటవలన జనించిన ఫలితములే ఇచ్చట ముచ్చటించబడును.

వివిధ అయస్కాంతములు : అయస్కాతత్వము మూడు రకములుగ నున్నది: 1. డయా-,2 పారా-,3 ఫెర్రో అయస్కాంతత్వములు. అనేకఅణువులలో ఈఎలక్ట్రాన్‌ల పరిభ్రమణ మండలములు ఒకేరీతిగా అమరియుండుటవలన అణువుయొక్క మొత్తముఅయస్కాంతము శూన్యము కావచ్చును. ఉదాహరణకు : రాగి, బంగారము, బిస్మత్తు అణువులు ఇటువంటివి. వీటిని మొదటిరకపు అణువులు అందుము. మరియొకరకపు అణువులలో ఇటువంటి పరస్పరనిర్మూలన జరుగక పోవుటవలన అణువు మొత్తము మీద శేషించిన అయస్కాంతత్వము ఉండవచ్చును. ఉదాహరణకు : అల్యూమినియము, ప్లాటినమ్ అణువులు. ఈ శేషాయస్కాంతము సాధారణముగా బహుస్వల్పముగా ఉండును. వీటిని రెండవ రకపుఅణువులు అందుము. ఇందులోనే మరియొకవిభజన చేయతగిన అయస్కాంతత్వముకూడ ఉన్నది. ఉదాహరణకు : ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్ట్, నికెల్ మూలద్రవ్యములు మరికొన్ని ధాతుమిశ్రములు - వీటి అణువులలో ఈ శేషాయస్కాంతము మిక్కుటముగా ఉండును. వీటిని మూడవరకపు అణువులు అందుము. మొదటిరకపు అణువుల బాహ్యాఅయస్కాంతక్షేత్రములో ఉంచిన వాటికి అణుసంబంధమైన అయస్కాంతత్వము లేనప్పటికిని ప్రత్యేక ఎలక్ట్రాన్‌ల పరిభ్రమణ మండలములపైన అయస్కాంతక్షేత్రము నెరపు ప్రభావమువలన అయస్కాంతత్వము ఏర్పడును. సిద్ధాంతరీత్యా వాటిలో అయస్కాంతప్రరోచన (మాగ్నెటిక్ ఇన్‌డక్షన్) వలన ఏర్పడిన అయస్కాంతత్వము బాహ్యావరణకు ప్రతికూలముగా ఉండును. దీనిని డయా 'మాగ్నెటిజమ్' అందురు. ఎలక్ట్రాన్‌లు అన్ని ద్రవ్యాణువులలోను ఉండుటచేత ఈ డయా మాగ్నెటిజమ్ ప్రతిద్రవ్యములోను కలుగును. అనగా, ఇది ద్రవ్యముల సామాన్యలక్షణము. ఇక బాహ్యా అయస్కాంతక్షేత్రములో రెండవరకపు శేషాయస్కాంత అణువులు స్వతహాగా అయస్కాంతములగుటచేత మొత్తము అయస్కాంతత్వము బాహ్యాక్షేత్రమునకు అనుకూలముగా ఏర్పడి, అయస్కాంతప్రరోచన హెచ్చు అగును. ఇదికూడ స్వల్పమైనను, మొదటిరకపు డయా మాగ్నెటిజమ్‌కన్న ఎన్నోరెట్లు హెచ్చుగానుండును. దీనిని పారామాగ్నెటిజమ్ అందురు. ఎలక్ట్రాన్ పరిభ్రమణ వీటిలోను ఉండుటవలన, ద్రవ్యసామాన్యమైన మాగ్నెటిజమ్‌కూడ ప్రేరితమైనను, ఇది చాల స్వల్పమగుటచేత అణువు మొత్తము పారా మాగ్నెటిజమ్ కనబడును. ఇక మూడవరకపు అణువులు : ఇవి స్వతహాగానే చాలబలీయమైన అయస్కాంతములై ఉండుటచేత పారామాగ్నెటిక్ అణులవలెనే ప్రవర్తించును. కాని, వీటిలో ప్రేరేపించబడిన అయస్కాంతత్వము అన్నిటికంటె అతి మిక్కుటముగా నుండును. ఇటువంటివి : ఇనుము, ఉక్కు మొదలైనవి. సాధారణముగా అయస్కాంతములుగా వ్యవహరించబడేవి ఇవే. వీటిని ఫెర్రోమాగ్నెటిక్ అణువులనియు, ఈవిధమైన ప్రవర్తన ఫెర్రోమాగ్నెటిజమ్ అనియు అందురు. రా. వెం. సుం.

**విద్యున్మాపకములు :** విద్యుత్‌సంఘటనల అనుశీలనలో తరుచుగా మనము కొలువవలసిన పరిమాణములు : ప్రవాహతీక్ష్ణత, లేదా విద్యుత్‌వలయములో సంచలించుచున్న విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవాహపు రేటు; విద్యుచ్ఛక్మ




1 వ పటము

విద్యుత్తువలన అయస్కాంత ఫలితము

లేదా ఎలక్ట్రాన్‌లను వలయముగుండా పంపించుటకు సమర్థమైన, ఎలక్ట్రాన్‌ల ప్రేషము. ప్రవాహతీక్ష్ణతను ఆంపియర్‌లలోను విద్యుచ్ఛక్మను వోల్టులలోను వ్యక్తపరచుట

సంప్రదాయము. విద్యుత్ ప్రవాహమువలన మనకు లభించు పనిని వాట్టులలో కొలువవచ్చును. ఈపరిమాణములను నిశితముగా కొలుచుటకు పరికరములు ఆవశ్యకము. విద్యుత్ ప్రవాహము వేడిమివలె మన ఇంద్రియములకు గోచరమగునది కాదు. అందువలన విద్యుత్తు ప్రవహించుటకు వలయముగానాచరించు ద్రవ్యమందు కలుగు మార్పుల ఫలమును కొలుచుటవలన పైనిచెప్పిన పరిమాణములను కొలువవచ్చును. విద్యుద్వలయమందు విద్యుత్ ప్రవాహము మూడువిధములగు ఫలములను చూపగలదు. మొదటిది : వలయమార్గముచుట్టు అయస్కాంత క్షేత్రము ఒకటి ఉద్భవించును. దీనికి 'అయస్కాంతఫల' మని పేరు. ఈ అయస్కాంతఫలము వలయమందు ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహతీక్ష్ణతనుపట్టి ఉండును.

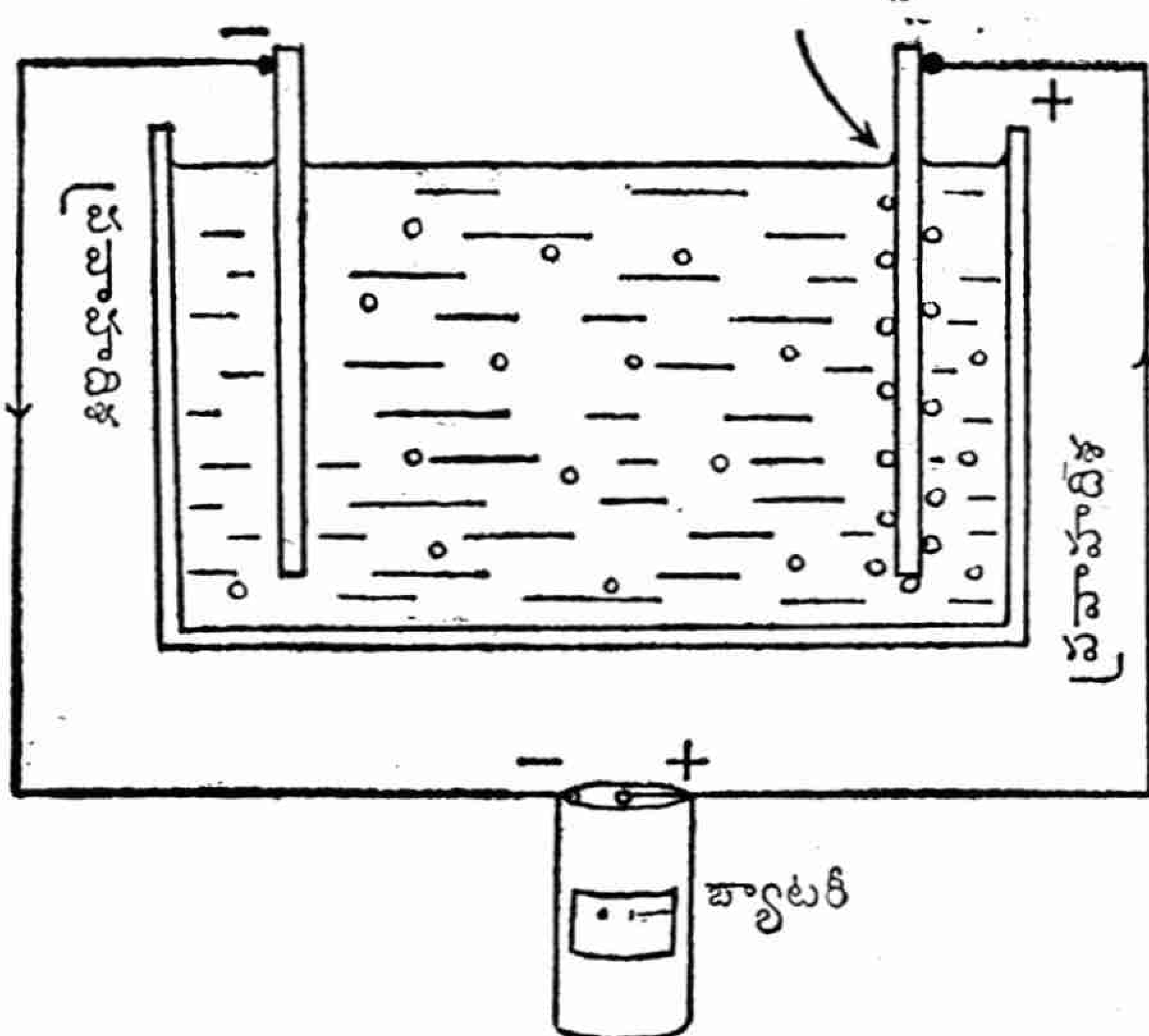
రెండవది : వలయమందలి నిరోధమునకు ఎదురొడ్డి ప్రవహించు విద్యుత్తు వేడిమిని జనింపచేయగలదు. ఈవేడిమి ప్రవాహతీక్ష్ణతవర్గముతో అనులోమముగా మారుచుండును. ఇది తపనఫలము. మూడవది : ఆమ్లముగాని, లవణముగాని లీనమైయున్న ద్రావణముగుండా ప్రవహించు విద్యుత్తు విలీనద్రవ్యమును రాసాయనికముగా విశ్లేషించును (చూ. పటము 3). సిద్ధాంతదృష్టిలో ఈమూటిలో దేనిని ఉపయోగించినను ప్రవాహ తీక్ష్ణతను, విద్యుచ్ఛక్తిని కొలుచుటకు వీలున్నది. వ్యవహారములో అయస్కాంత ఫలమును ఉపయోగించు పరికరములు సాధారణముగా వాడుకలో నున్నవి. తపన ఫలమును తప్త తంతు పరికరము వంటి విశేషపరికరములకు ఉపయోగింతురు. విద్యుత్ విశ్లేషణ ఫలము ప్రవాహ తీక్ష్ణతను కొలుచుటకు ఉపయోగించరు.

ఉష్ణత - కాంతి

బ్యాటరీ

2 వ పటము :
విద్యుత్తువలన కాంతి ఉత్పత్తి

అయస్కాంత పరికరములు : అయస్కాంతఫలమును ఉపయోగించి పనిచేయు పరికరమునకు గాల్వనీ మీటరు అనిపేరు. వాటి దార్ఢ్యము, నైశిత్యము, సారళ్యము, చులకదనము మొదలగు గుణములు కారణముగా, ఋజు (డి. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహమునకుగాని, ఆవర్తి (ఎ. సి.)




3 వ పటము : విద్యుత్తువలన రాసాయనిక విశ్లేషణము

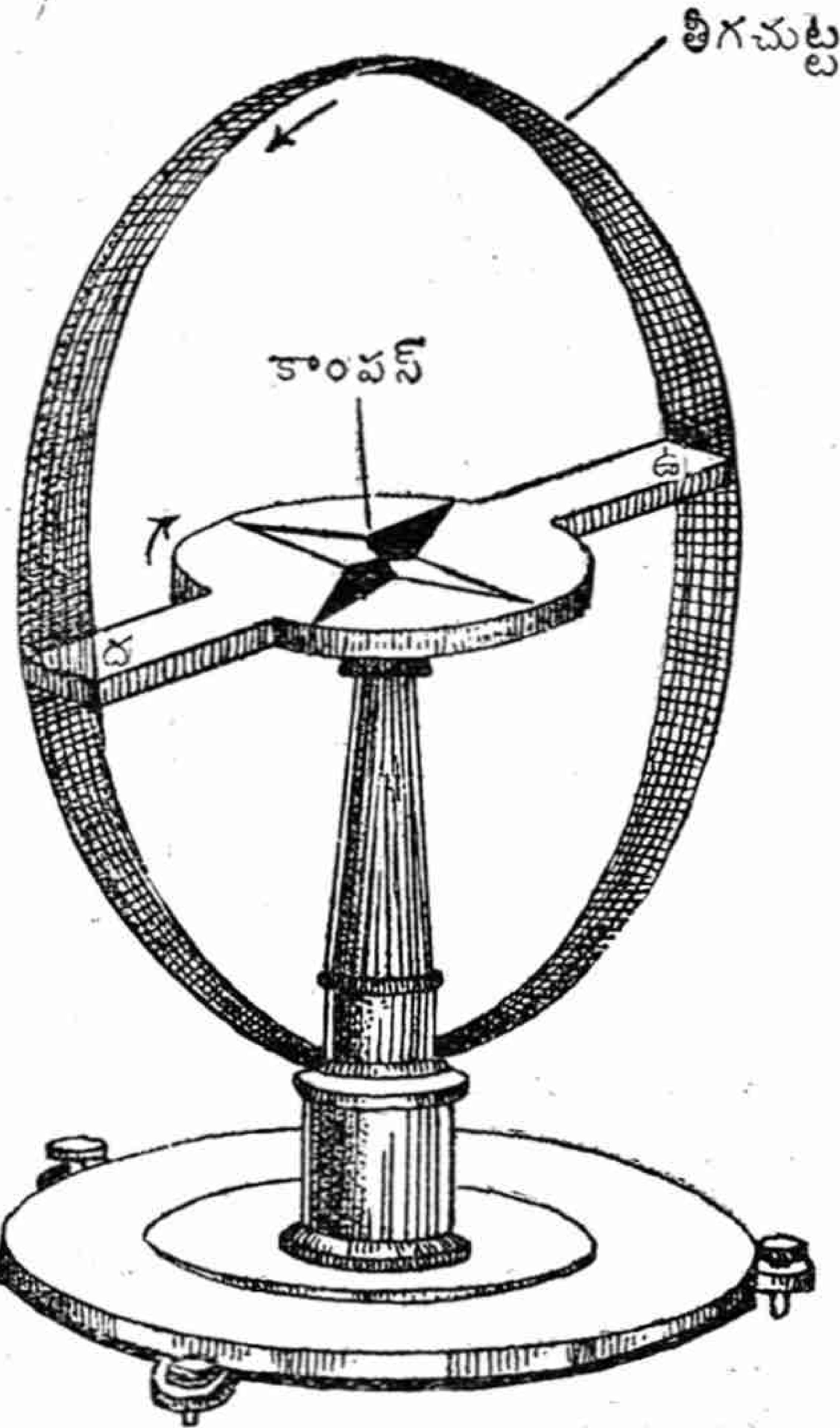
విద్యుత్ ప్రవాహమునకుగాని ఈ గాల్వనీ మీటరులే వాడుకలో ఉన్నవి. ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమును మోయుచున్న తీగచుట్టు జనించు అయస్కాంత క్షేత్రపు దిక్కు, బలము ఈ రెండును ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహముతో మారుచుండును. గనుక ఆవర్తి విద్యుత్ప్రవాహమును కొలుచుటకు ఉపయోగించు గాల్వనీ మీటరుల రచన ఋజు విద్యుత్ ప్రవాహమునకు ఉపయోగించు వాటి రచనకంటె భిన్నముగా ఉండును. ప్రస్తుతవర్ణనీయ విషయము ఋజు విద్యుత్ప్రవాహ గాల్వనీ మీటరులే.

ఈ గాల్వనీ మీటరులలో నాలుగు రకములు ఉన్నవి : 1. స్పర్శజ్యా (టేంజెంట్) గాల్వనీమీటరు ; 2. డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు; 3. ప్రాక్షేపిక (బేలిస్టిక్) గాల్వనీమీటరు; 4. వెస్టన్ గాల్వనీ మీటరు. ఇవి క్రమముగా ఒకదానికన్న ఒకటి క్లిష్టమైనవియు, నిశితమైనవియును.

స్పర్శజ్యా గాల్వనీ మీటరు : ఇది మిక్కిలి సరళమైన పరికరము. ఒక దిమ్మపై నిలువుగా నిలబెట్టిన తీగచుట్టయొక్క కేంద్రస్థానమున చిన్న శాశ్వతాయస్కాంత సూచి స్వేచ్ఛగా భ్రమించుటకు వీలగునట్లు ఒకసూదిమొనపై మధ్యగా అమర్చి ఉండును (చూ. 4 వ పటము - పు. 682). ఈ సూచి (కాంపస్) క్షితిజ సమాంతరతలములో స్వేచ్ఛగా తిరుగాడ గలదు కనుక అది ఎల్లప్పుడును. అనగా తీగచుట్టలో విద్యుత్ ప్రవాహము లేనప్పుడు ఉత్తర దక్షిణములకు సారించి ఉండును.

ఈ పరికరమును వాడుకచేయు పూర్వము తీగచుట్టతలము కూడ సూచి తలముతో సమానముగా ఉండునట్లు తీగ చుట్టను త్రిప్పవలెను. ఈ పనిచేసిన తరువాత సూచి క్రింద నున్న స్కేలులో శూన్యచిహ్నము మీదఉండును.

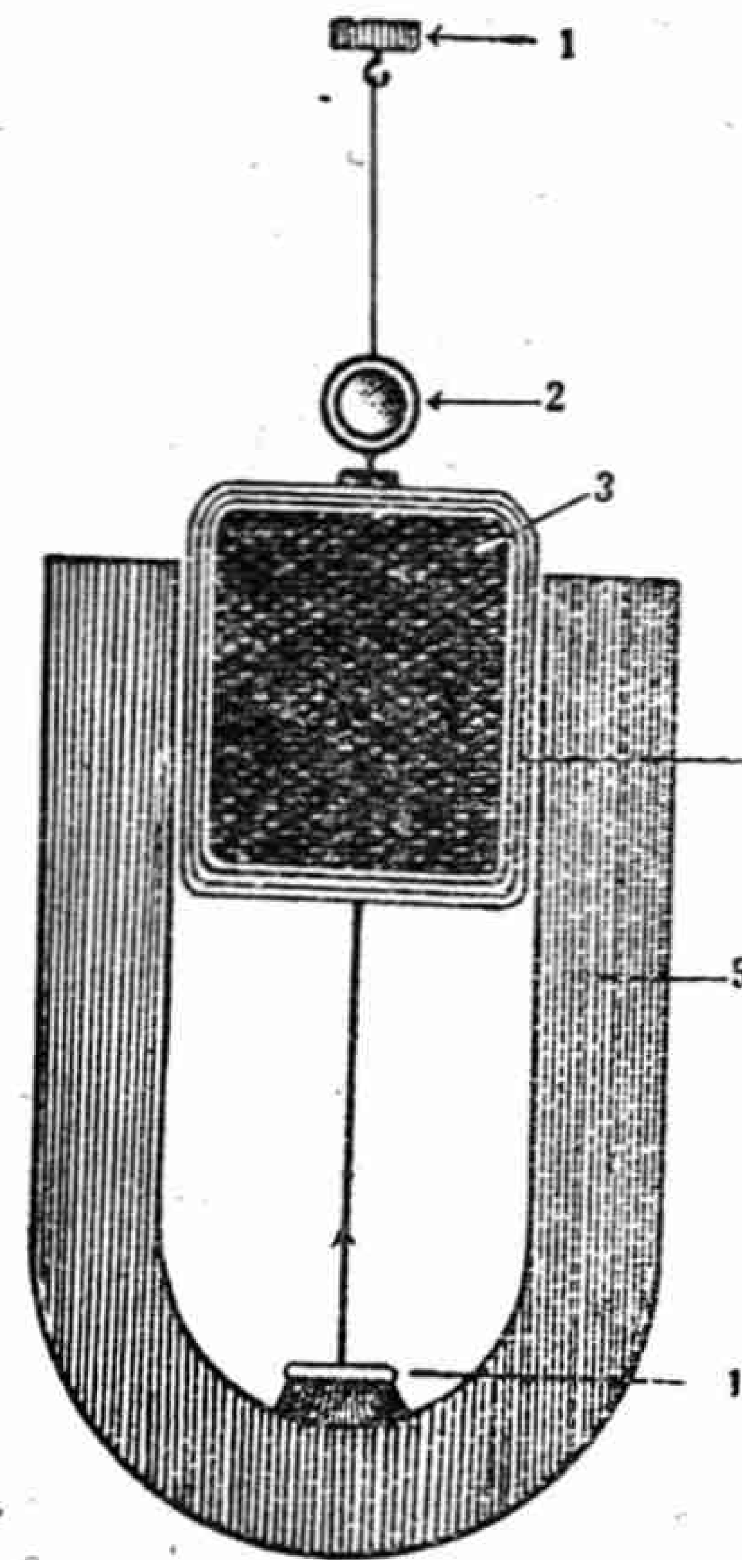
కొలువ నున్నవిద్యుత్తు తీగచుట్ట గుండా ప్రవహించునట్లు చేసినప్పుడు ప్రవాహ తీక్ష్ణతకు అనుగుణమగు బలముగల అయస్కాంత క్షేత్రము తీగచుట్ట చుట్టును ఉద్భవించును. ఈ అయస్కాంత క్షేత్ర బలము తీగచుట్టలోనున్న వర్తులముల సంఖ్యనుపట్టియు, విద్యుత్ ప్రవాహతీక్ష్ణతనుపట్టియు ఉండును. విద్యుత్తు 4 వ పటములో చూపిన దిక్కున ప్రవహించుచుండిన, తీగచుట్ట ముఖము వైపు ఉత్తర ధ్రువమును, వెనుకవైపు దక్షిణ ధ్రువమును అయస్కాంత క్షేత్రమందు కన్పట్టును. తీగచుట్ట ఉత్తర ధ్రువము సూచియొక్క దక్షిణధ్రువమును, దాని దక్షిణ ధ్రువము సూచియొక్క ఉత్తర ధ్రువమును ఆకర్షించును. ఈ ఆకర్షణ మొత్తపు ఫలముగా సూచి మునుపటి శూన్య స్థానమునుండి సవ్యదిశలో భూమియొక్క అయస్కాంత ఆకర్షణ దిశకు విరుద్ధముగా భ్రమించి సమతులితస్థితిని స్వీకరించును. ఈ భ్రమణవిస్తారమునకు భ్రమణకోణము మానము; కోణమునకు కోణపుస్పర్శజ్యా మానము. అందువలన దీనికి 'స్పర్శజ్యా గాల్వనీ మీటరు' అనిపేరు వచ్చినది; కాని దీనియందు కొన్ని లోపములు ఉన్నవి. పరిసరములోనున్న ఏదేని అయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావము వలన దీనిసూచన కొంతమారును. భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రముకూడ దీని సూచనలను వ్యత్యస్త మొనరించును. ఇదిగాక దీని సూచి విశ్రాంతి స్థానమునకు




4 వ పటము : స్పర్శజ్యా గాల్వనీ మీటరు

శీఘ్రముగా చేరుకొనదు. చాలసేపు ముందుకు, వెనుకకు ఊగులాడు చుండును.

డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు: పై గాల్వనీ మీటరు యందలి లోపములను సవరించి నిర్మించబడిన పరికరములలో 'డార్సన్వాల్' పరికరము చాల గణనీయమైనది. గుర్రపునాడా ఆకృతిగల ఒక పెద్ద అయస్కాంతపు (5) భుజాగ్రములమధ్య, దీర్ఘ చతుర స్రాకారము గల సన్నని తీగచుట్ట (4) తిరుగును. భ్రమణ సంజ్ఞ తీగచుట్టలో ప్రవహించు విద్యుత్ ప్రవాహపు దిశను పట్టి ఉండును. స్వతంత్రముగా కదలలేని మెత్తటి ఇనుముతో చేయబడిన స్థూపము (3) ఒకటి తీగచుట్ట గర్భములో అమర్చి ఉండును.

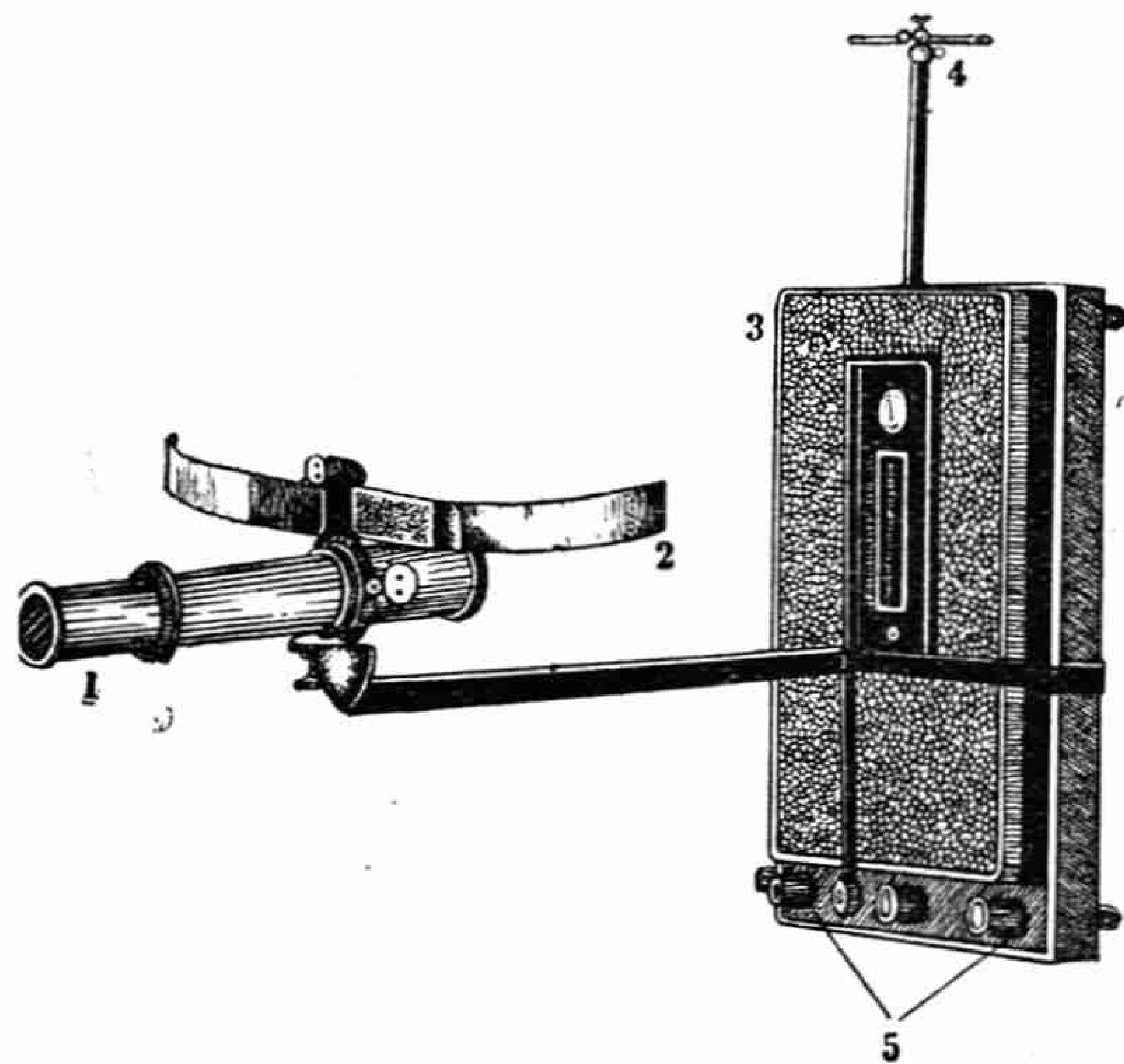



5 వ పటము : డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు పనిచేయు విధానము

అయస్కాంతపు భుజముల మధ్యనుండు అయస్కాంత క్షేత్ర బలమును ఎక్కువ చేయుట ఈ స్థూపకము వలని ప్రయోజనము. అయస్కాంత భుజములకు, గర్భములో నున్న ఇనుప స్థూపమునకు మధ్య ఉన్నచోటులో తీగచుట్ట స్వేచ్ఛగా తిరుగకలదు. అయస్కాంత గుణములేని సన్నటి చట్రముపై ఈ తీగచుట్టను చుట్టినచో, విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు తీగచుట్ట తొంటిస్థానమునుండి చురుకుగా తిరుగుటయు, ప్రవాహమును ఆపివేయుటతో తీగచుట్ట తొంటి స్థానమును శీఘ్రముగా స్వీకరించుటయు తటస్థించును. ఏలన తీగచుట్టతిరుగుట మొదలుపెట్టిన క్షణమునందే, చట్రముగా ఆచరించు ధాతువులో అయస్కాంత ప్రవాహమందు సుడులు ఏర్పడి తీగచుట్ట భ్రమణమును నిరోధించును.

చిన్నదర్పణశకలము ఒకటి తీగచుట్టకంటి ఉండును. చిన్నవిద్యుత్‌దీపగోళమునుండి బయలుదేరు కాంతిశలాక, కటకవ్యూహ సహాయమున దర్పణతలముపై పడునట్లు చేయుదురు. దర్పణతలముచే పరావర్తితమైన కాంతి శలాక 6 వ పటములో చూపినట్లు అర్ధవర్తులాకారము గల స్కేలు (2) పై పడును. తీగచుట్ట తిరుగునపుడు దానితో కలిసియున్న దర్పణతలము కూడ తదనుగుణముగా తిరిగి ప్రతిఫలిత కాంతిశలాక 6 వ పటములో చూపినట్లు

గ్రార్వపుదిశతో కోణము చేయుచు స్కేలును చేరును. ఈ విధానము వలన తీగచుట్టయొక్కయు, దానితో లగ్న




6 వ పటము :
డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు : సమగ్రరూపము

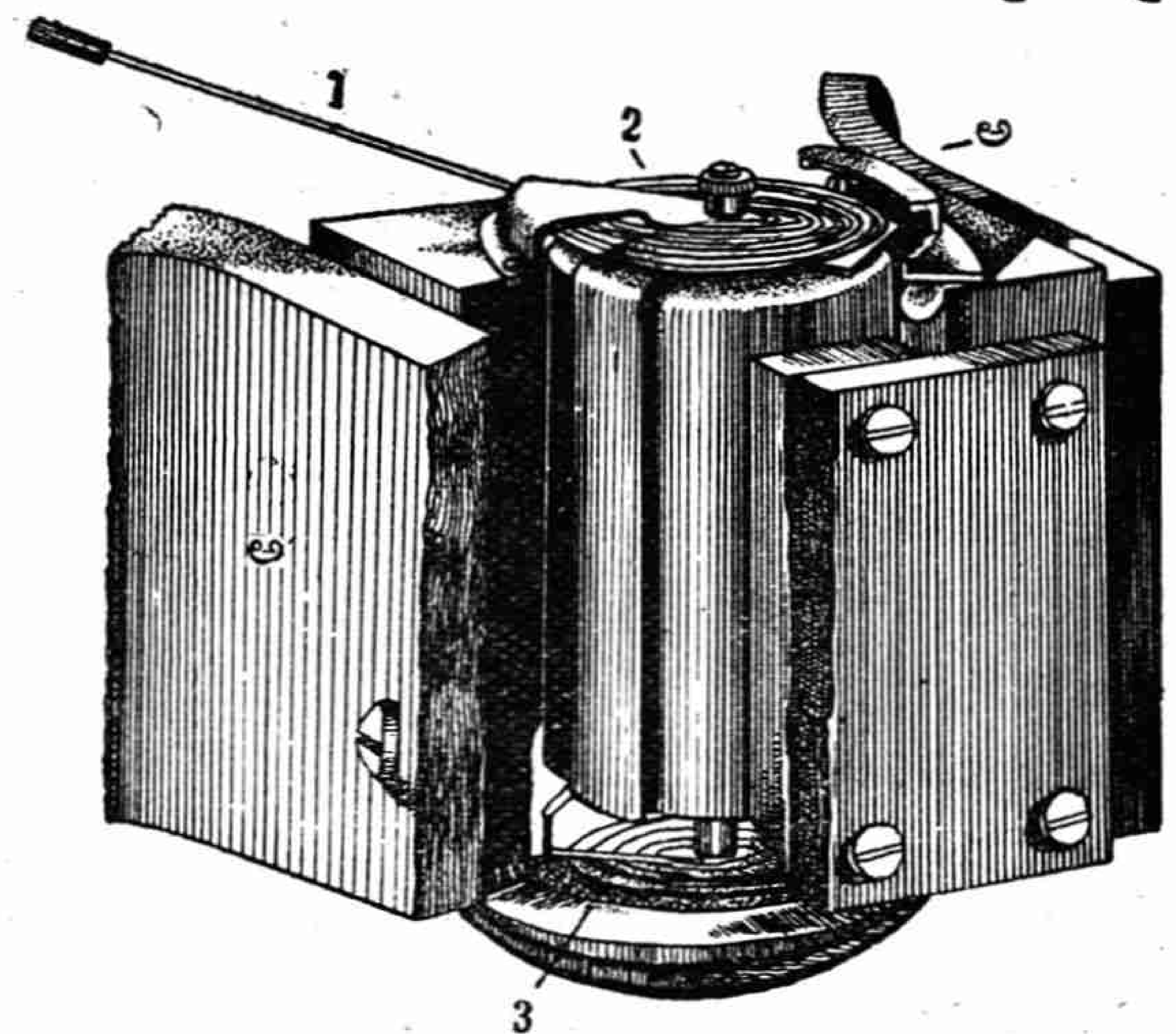
మైన దర్పణతలము యొక్కయు, అత్యల్పభ్రమణమైనను ధీకృతమై స్కేలుపై పడును. దూరదర్శనిచే స్కేలుపై కాంతిశలాక పతనస్థానమును నిశితముగా నిర్ణయించ చ్చును.

డార్సన్వాల్ గాల్వనీ మీటరు సమగ్రరూపము 6 వ పట ములో చూపబడినది. కాంతిని జనింపచేయు చిన్నదీపము, దూరదర్శని (1), స్కేలు (2), ఈ మూడును పటములో ఎడమ వైపు కనబడు భుజముపై అమర్చబడి ఉన్నవి. గాల్వనీ మీటరు కదలు భాగము, దర్పణము ఈ రెండును కుడి వైపు కనబడు ఇనుప పెట్టెలో నిక్షిప్తమై ఉన్నవి. పై అయ స్కాంత క్షేత్రప్రభావములను రద్దుచేయుట ఈ పెట్టె యొక్క ఉపయోగము. గాల్వనీ మీటరు తీగచుట్ట, దానిని వేలాడదీయుటకు ఉపయోగించిన పరికరములు, చాల తేలికైనవగుటచే ఈ రకపు గాల్వనీ మీటరులను అత్యధిక సూక్ష్మగ్రాహులుగా నిర్మించవచ్చును. ప్రవాహతీక్ష్ణత మానిట్ అగు ఒక ఆంపియర్‌లో ఒక భాగపు ప్రవాహ తీక్ష్ణతకు, దర్పణము నుండి ఒక మీటరు దూరములోనున్న స్కేలుపై కాంతిశలాక ఒక మిల్లీమీటరు విచలనమును కలిగింపచేయగల పరికరములు కూడ కలవు.

ప్రాక్షేపిక గాల్వనీ మీటరు : ఇది పైని వర్ణించిన డార్స న్వాల్ పరికరమునకు వికృతి. ఒక విద్యుద్వలయములో ప్రవహించు క్షణికములగు విద్యుత్ప్రవాహములను గణిం చుటకు ఉపయోగపడును. సంఘనక ఫలకములపై నున్న ఆవేశములను రద్దుచేయు కార్యమందు, విద్యుదయ స్కాంతక్షణిక ప్రరోచన కార్యమందు, అట్టి క్షణికప్రవా హములు మనకు తారసిల్లును. ఈ పరికరమందుండు తీగ చుట్ట చాల బరువుగను, వెడల్పుగను ఉండును. ఆ బరువు వలన ప్రవాహ ఫలముగా తీగచుట్ట స్వీకరించిన ఆఘాతము దానిని వెంటనే కదల్చనేరదు. అందువలన తీగచుట్ట మెల్లగా ఆందోళించుటకు ప్రారంభించును. డోలన విస్తా రము క్రమముగా వృద్ధిచెంది ఒక గరిష్ఠమూల్యమును స్వీక రించును. ఈ గరిష్ఠమూల్యము మీటరు తీగచుట్టలో క్షణిక ముగా ప్రవహించిన విద్యుత్ప్రవాహరాశికి మానము. ఈ పరికరము చూచుటకు డార్సన్వాల్ పరికరమువలె ఉండును.

వెస్టన్ గాల్వనీ మీటరు: ఇందలి పరికరభాగ సంవిధానము డార్సన్వాల్ సంవిధానము వంటిదే. అందువలె ఇందు కూడ ఒక శాశ్వత అయస్కాంతము, దాని కుక్షిలో కదలు ఒక తీగచుట్ట (2) ఉండును. కాని డార్సన్వాల్ పరి కరమందు కన్పట్టు పెక్కులోపములు ఇందులో సవ రించబడినవి.

7 వ పటములో చూపినట్లు 'అ అ' అనునవి గుర్రపు నాడా ఆకారము గల బలమైన అయస్కాంతపు ధ్రువాగ్ర

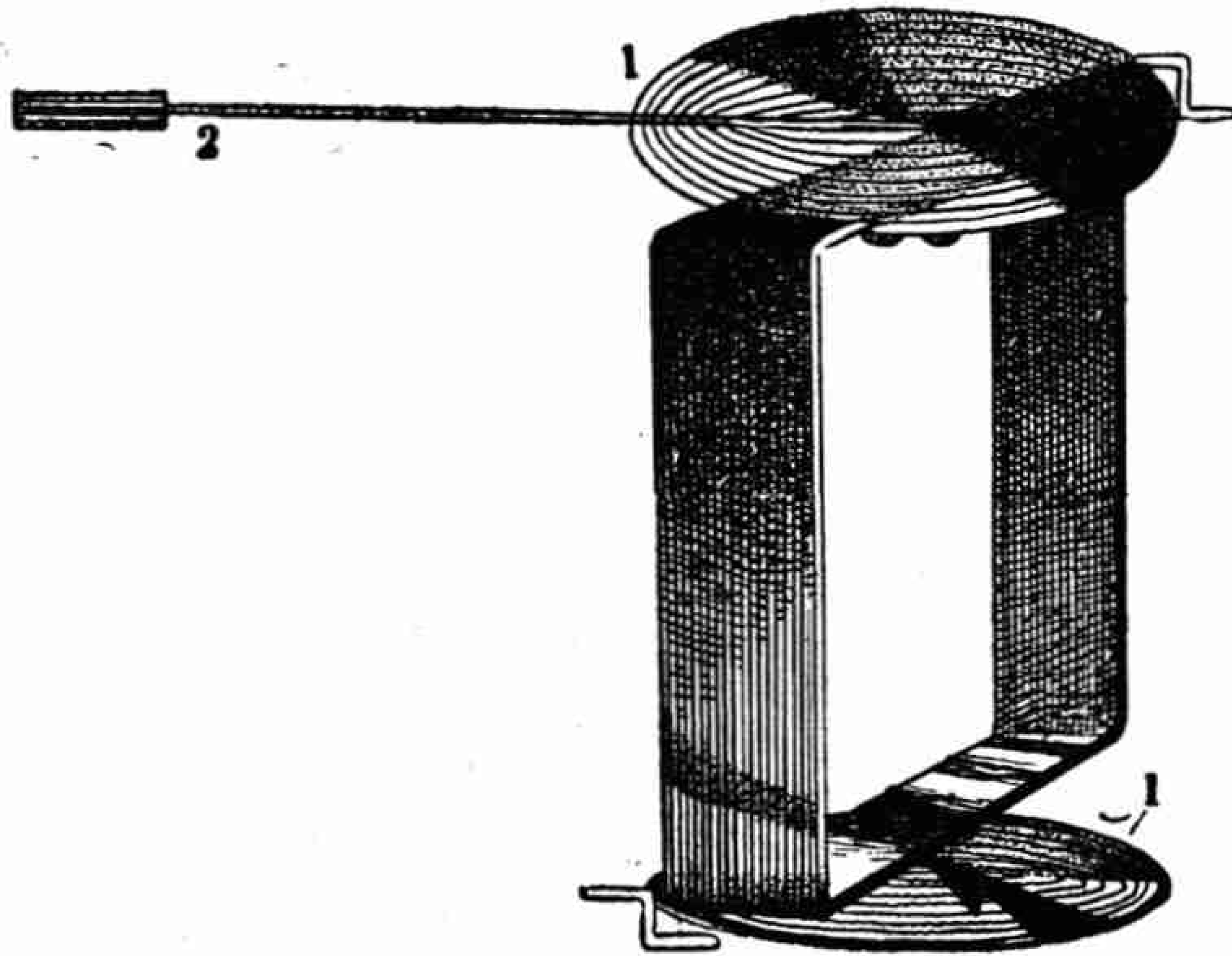



7 వ పటము : వెస్టన్ సంవిధానము

ములు. ఈ ధ్రువాగ్రములు మరలచే అయస్కాంత శరీర మునకు ఎట్లు బిగించబడినవో పటములో కననగును. ధ్రువాగ్రముల మధ్యనున్న కదలని ఆయసక్రోడము అయ స్కాంతపు ముఖమునకు ఇత్తడి మరలతో బిగింపబడి ఉన్నది. ఆయసక్రోడ వ్యాసము ధ్రువాగ్రముల మధ్యను ఉన్న వర్తులాకారప్రదేశ వ్యాసము కన్న చిన్నది. అందు వలన క్రోడమునకును, ధ్రువాగ్రములకును మధ్య సందు

కలదు. ఈ సందును ఆక్రమించి బలమైన అయస్కాంత క్షేత్రము ఉండును. ఈ క్షేత్రము ఏకరూపముగా ఉండి కేంద్రము నుండి అన్ని ప్రక్కలకు ఒకేవిధముగ విస్తరించి ఉండును.

8 వ పటములో కదలు తీగచుట్ట చూపబడినది. తేలికయైన అల్యూమినియము ధాతుమిశ్రముతో తయారైన

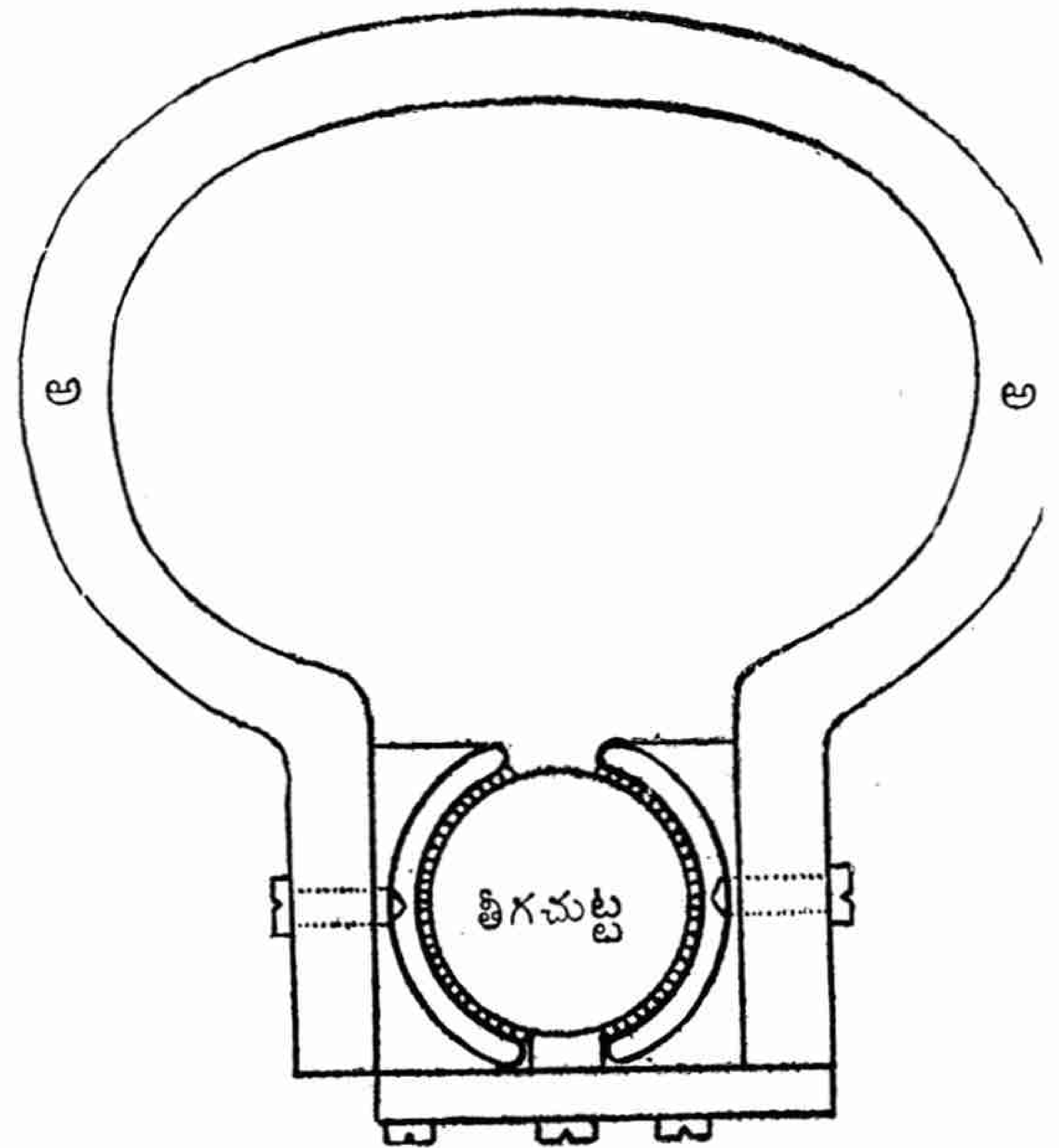



8 వ పటము :
వెస్టన్ పరికరముయొక్క కదలుతీగచుట్ట, స్ప్రింగ్‌లు

దీర్ఘచతురస్రాకారము గల చట్రముపై ఈ తీగ చుట్టబడి ఉన్నది. ఈ చట్రము ఉక్కుకీలకముపై ఘర్షణలేకుండ తిరుగగలదు. ఈ చట్రమునకు క్రింద, మీద తగిలించబడిన సున్నితములైన స్ప్రింగ్ (1) ల ద్వారా తీగచుట్టలో విద్యుత్ ప్రవాహము ప్రవేశించుటయు, పైకి వెడలుటయు జరుగును.

తీగచుట్టకు తగిలించి సన్నని పొడవైన గుల్లపాటి అల్యూమినియము సూచి (2) కలదు. ఈ సూచి స్కేలుపై తిరుగును. సూచి ఎదుటనున్న స్కేలు గుర్తు ప్రవాహ బలమును చూపును.

**ఆమ్మీటర్, విద్యున్మాపకము :** గాల్వనీ మీటరుకన్న పెద్ద ప్రవాహములను సూచించగల పరికరము ఆమ్మీటర్. గాల్వనీ మీటరు కదలు తీగచుట్టయందు మిక్కిలి సన్నని తీగ యొక్క పలువలయములు ఉండును. తీగ సన్నముగా ఉండినగాని పరికరపు సూక్ష్మగ్రాహిత్వము ఎక్కువగా ఉండదు. అంత సన్ననితీగ పెద్ద విద్యుత్ప్రవాహమును భరించలేదు. అందువలన గాల్వనీ మీటరును ఆమ్మీటర్‌గా వాడుకచేయుటలో తీగచుట్ట పరిమాణములజోలికి పోక, దాని ప్రవాహ సామర్థ్యమును ఎక్కువ చేయుదురు. ఈ సవరణను తీగచుట్టను మార్చి చేయుదురు. గాల్వనీ మీటరు అగ్రములకు అడ్డుగా తక్కువ నిరోధము గల పార్శ్వ నిరోధమును ఒక దానిని తగిలించి గాల్వనీ మీటరును ఆమ్మీటర్‌గా ఉపయోగించవచ్చును. ఆమ్మీటర్ యొక్క సంవిధానము 9 వ పటములో చూడనగును,




9 వ పటము : ఆమ్మీటర్ విద్యున్మాపకము సంవిధానము

**వోల్టుమీటరు, పొటెన్షియో మీటరు :** వోల్టు మీటరు కూ గాల్వనీ మీటరు వికృతియే. గాల్వనీ మీటరు అగ్రము మధ్యన ఉండు విద్యుచ్ఛక్మ చాల తక్కువగా ఉండును. ఇం కన్న హెచ్చుశక్మలను గణించుటకు గాల్వనీ మీటరు చ ద్వేష్టనపు విద్యుత్‌వలయములో శ్రేణీబద్ధముగా ఒక ఉచి మగు ఉన్నతనిరోధమును కలుపవలెను. ఇట్లు కలిపినచ శక్మవ్యత్యాసములోని అధికతమ భాగము కలిసిన నిర ధము యొక్క కొనల మధ్యనే సంభవించును. ఈ కలు వలసిన నిరోధమును ఉచితప్రమాణముగల దానిని తీ కొనినచో, ఎంత శక్మవ్యత్యాసమునైనను ఈ పరికరము కొలుచుటకు వీలుకలదు. మే. వ.

**విపథనము (ఎబరేషన్) :** విపథనము అనగా దా తప్పుట. చూచువానియొక్క గతివేగము వలన వస్తు గతియందు అగుపడు మార్పునకు 'విపథనము' అని పే గాలివిసురు లేకుండ వానపడుచున్న సమయమందు గొడు వేసికొని స్థిరముగా నిలచియున్న ప్రేక్షకునికి వానచినుకు ఆకాశముమీద నుండి నిలువుగా పడుచున్నట్లు గోచరించు (చూ. 1 వ పటము - పుట. 685). ప్రేక్షకుడు చలించుట మొదలిడిన, చలనవేగము హెచ్చయిన కొద్దిచినుకులు త గొడుగుపై ఏటవాలుగా పడుచున్నట్లుగా అత కనిపించును (చూ. 2 వ పటము - పు. 685). తన శరీర

చినుకుల వలన తడియకుండ చేయుటకు తన గొడుగును కొంచెము ముందుకు ఏటవాలుగా పట్టుకొనవలసి వచ్చును.



1 వ పటము



2 వ పటము

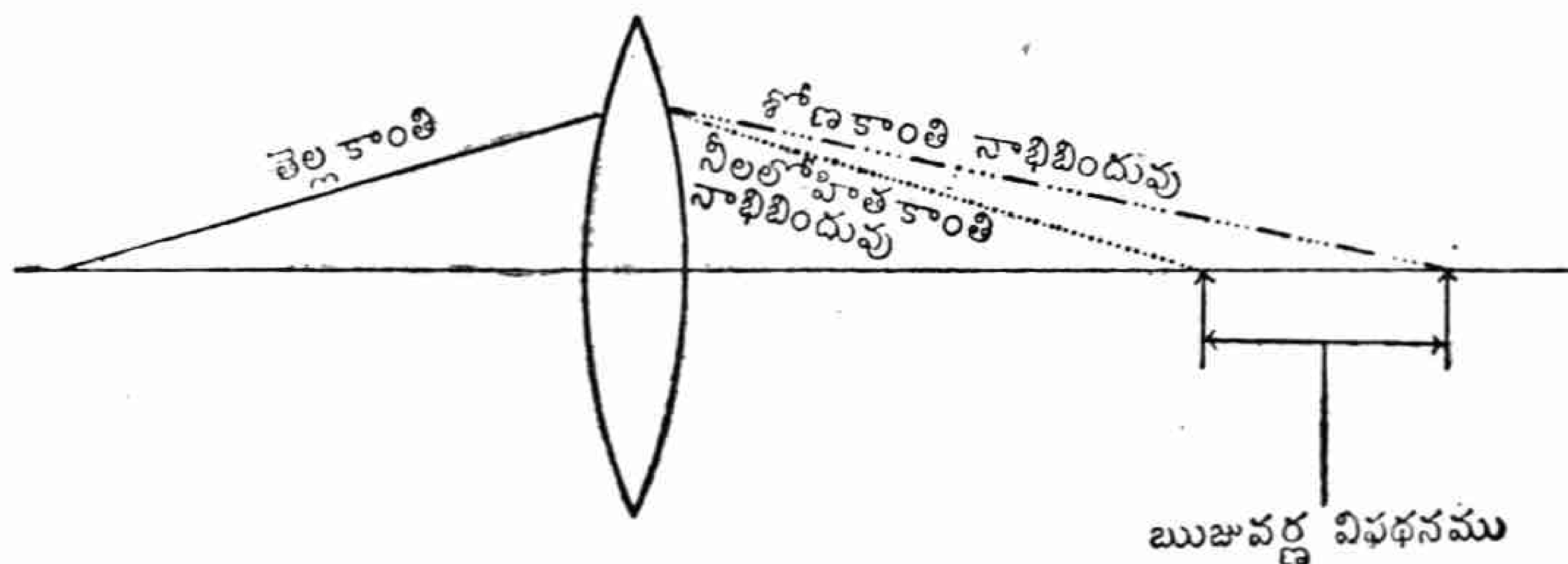
చినుకులు నిజముగా ఆకాశముమీదనుండి నిలువుగా పడుచున్నను, ప్రేక్షకుని గతివేగము వలన అవి అతనికి ఏటవాలుగ, తనకు ఎదురుగా పడుచున్నట్లు గోచరించును. చినుకులు భూమిపైకి పడుదిశలో కనపడు ఈ మార్పునకు 'విపథనము' అని పేరు.

ఈ సంఘటన ఖగోళములను ప్రేక్షించునపుడు మనకు తారసిల్లును. ప్రేక్షకుని గమనవేగము కారణముగా ఖగోళపు గమన ప్రకారమందు గోచరించు మార్పునకు 'ఖగోళీయ విపథనము' అని పేరు. ఇదిగాక విపథనము మరిరెండు విధముల ఉన్నది. అందు ఒకటి 'గోళీయ విపథనము' రెండవది 'వర్ణవిపథనము'.

**గోళీయ విపథనము :** వర్తుల దర్పణతలముపై సమానాంతరముగపడు కిరణములు అన్నియు, పరావర్తితములై ఒక బిందువువద్ద కేంద్రీకరించవు. దర్పణమధ్య తలముపై పడి పరావర్తితమైన కిరణములు దర్పణపు నాభి బిందువు (F) గుండా పోవును. దర్పణపుక్రింద, మీద చివరలను పడు కిరణములు తల మధ్యమున పడువాటికన్న దర్పణ తలమునకు ఎక్కువ దగ్గరగా అక్షముపై పడును (చూ. పటము - కాస్టిక్ రేఖ - పు. 468). దర్పణతలముపై పడు కిరణములు అన్నియు ఒకే బిందువు వద్ద కేంద్రీకరించక పోవుటకు గోళీయ విపథనముఅని పేరు. ఈసంఘటన ఫలముగా లభించిన బింబములు పరస్పరము కృంతన మొనరించుకొను కిరణముల మూలమున ఒక తలమువలె విస్తృతమై ఉండును. ఈ కాగితపు తలముపై చిత్రింపబడిన కిరణకాంతి తలమునకు దర్పణపు 'కాస్టిక్ రేఖ' అనిపేరు. వెండిగిన్నెలో పోసిన పాలపై వెలుతురు ఏటవాలుగా పడినపుడు ఇట్టి వక్రరేఖ మనకు గోచరించును.

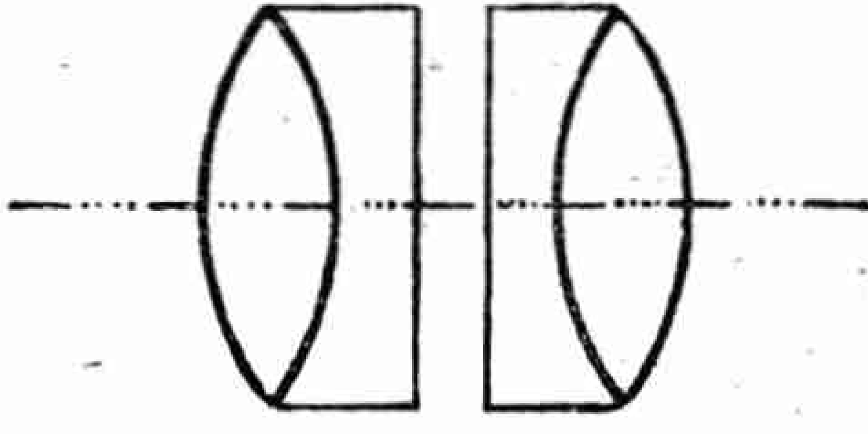
వర్తులదర్పణ తలముపై సమానాంతరముగా పడు కిరణములు అన్నియు పరావర్తితములై, ఒకే బిందువువద్ద కేంద్రీకరించబడునట్లు ఆదర్పణ తలమును మార్చవచ్చును. వర్తుల తలమును పరవలయతలముగా మార్చిన, దూర వస్తువునుండి ఆ తలముపైపడు సమానాంతర కిరణములు అన్నియు ఒక సామాన్య బిందువువద్ద కలసికొనును. ఈ సంఘటనను మోటారుకారుకు ముందుండు దీపములకై వినియోగించుచున్నారు. వెలుతురునిచ్చు తీగను దర్పణ నాభిస్థానమున ఉంచినపుడు, దానినుండి నిర్గతమగు కిరణములు అన్నియు సమానాంతర కిరణశలాకవలె పైకి ప్రసరించును.

**కటకములో అగపడు వర్ణ విపథనము :** కటకముగుండా వెలుతురు ప్రసరించినపుడు దాని కిరణములు కటకపు దళసరి భాగమువైపు వంగును. అదిగాక ఎక్కువతరంగ దైర్ఘ్యమున్న కిరణములకన్న తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యము ఉన్నవి ఎక్కువగా వంగును. అందుచే నీలలోహితకిరణములు (హ్రస్వతరంగములు) శోణకిరణములకన్న ద్వికుంభ కటకమునకు దగ్గరగా కేంద్రీభవించుట 3 వ పటములో చూడనగును. ద్విపుటకటకములో కిరణములు విపరీతముగా ఆచరించును. అనగా శోణకిరణములు కటకమునకు దగ్గరగను, నీలలోహితకిరణములు దూరముగను కేంద్రీభవించును. ఒకే ప్రభవస్థానమునుండి ప్రసరించు వేర్వేరు (తరంగ దైర్ఘ్యములుగల) వర్ణముల కిరణములను వేర్వేరు స్థానముల కేంద్రీకరించు కటకపు గుణమునకు 'వర్ణవిపథనము' అని పేరు. మామూలు కటకము వలన కలుగు బింబములో ఈ సంఘటన వేరువేరు రంగుల అంచులుగల బింబముగా మనకు తారసిల్లును. దూరదర్శని, సూక్ష్మదర్శని మొదలగు చాక్షుష పరికరములలో కటకముల యొక్క ఈ వర్ణవిపథనగుణము దోషమునకు కారణము అగుచున్నది.




3 వ పటము : వర్ణవిపథనము

వివిధ స్వభావములుగల కటకములను ఉచితరీతిని కలిపి ఈ దోషమును కటకములనుండి ఒడ్డిగిలించవచ్చును. దాని కేంద్రీకరణ సామర్థ్యమునకు పూర్తిగా భంగము రాకుండ, ఒక కటకపు పృథక్కరణ సామర్థ్యమును ఇంకొక కటకము ఉపయోగించి రద్దు చేయునట్లు (చూ. 4 వ పటము) ఆకటకముల దగ్గర పెట్టితి మేని వర్ణవిపథనము చాల వరకు తగ్గును. మే. వ. న.


4 వ పటము : విపథనమును తగ్గించు కటకసమ్మేళనము

**విలోమవర్గనియమము** (ఇన్‌వర్స్ స్క్వేర్ లా): ఈనియమమందు రాశులమధ్యదూరముల యొక్క వర్గముల విలోమములు ఉపయోగపడుటచే ఇది విలోమవర్గనియమము అను పేరిట వ్యవహరింపబడుచున్నది. భౌతికశాస్త్ర శాఖలయిన కాంతి, విద్యుత్తు, అయస్కాంతత్వము, గురుత్వాకర్షణము, శబ్దము, ఉష్ణతా వికిరణములలో ఈ సిద్ధాంతప్రయోగము కానవచ్చును.

విశ్వమందు అనంతములై ఉండువస్తువులు ఒకదాని నొకటి పరస్పరము నియమితపరిమాణముగల బలములతో ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణమును గురుత్వాకర్షణము (చూ. పు. 324) అందురు. విశ్వమందు వస్తువులు ఎచ్చట ఉన్నను వాటి కేంద్రములమధ్యదూరము ఎంతయైనను అవి ఒకదానిని ఒకటి ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణ బలము వస్తువుల, ద్రవ్యరాశుల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతమునను, వాటి కేంద్రముల మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతమునను ఉండునని 1672 లో న్యూటన్ శాస్త్రజ్ఞుడు పరిశోధనవలన రుజువుచేసెను. ఈసిద్ధాంతమును గణితశాస్త్రమునందు $F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$ అను సమీకరణముగా తెలుపవచ్చును. ఈ సమీకరణమునందు $m_1$, $m_2$ లు వస్తువుల ద్రవ్యరాశులను, d వాటి కేంద్రముల మధ్యదూరమును, G గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకమును, F గురుత్వాకర్షణబలమును తెలుపును. కాంతి జనకముయొక్క కాంతితీక్ష్ణత కాంతి జనకసామీప్యమున హెచ్చుగానుండి దూరమునకు పోయిన కొలది తగ్గుచుండును. కాంతిజనకము, దానినుండి నియమిత దూరములలో ఉంచబడిన తెరలపై కలుగజేయు కాంతి తీక్ష్ణతలు తెరలకును, దానికిని గల దూరములవర్గములకు విలోమానుపాతమున ఉండును. గణితశాస్త్రమందు దీనిని $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$ గా తెలుపవచ్చును. ఇందు $I_1$, $I_2$ లు రెండు తెరలపై పడిన కాంతితీక్ష్ణతలను, $d_1$, $d_2$ లు కాంతిజనకము నుండి క్రమముగా వాటిదూరములను సూచించును.

ధన, ఋణ, స్థావర విద్యుత్తులచే ఆవిష్టమైన రెండు వస్తువులను ఒక విద్యుద్వాహకముచే కలిపిన ఆ విద్యుద్వాహకమందు విద్యుత్తు ప్రవహించును. ఇట్టి ప్రవాహమునకు కారణము ధన, ఋణ విద్యుత్తులు ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనుటయే. ఈ ఆకర్షణబలము విద్యుత్తుల పరిమాణముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతమునను, వాటి నడుమ దూరము మీదివర్గమునకు విలోమానుపాతమునను ఉండును.

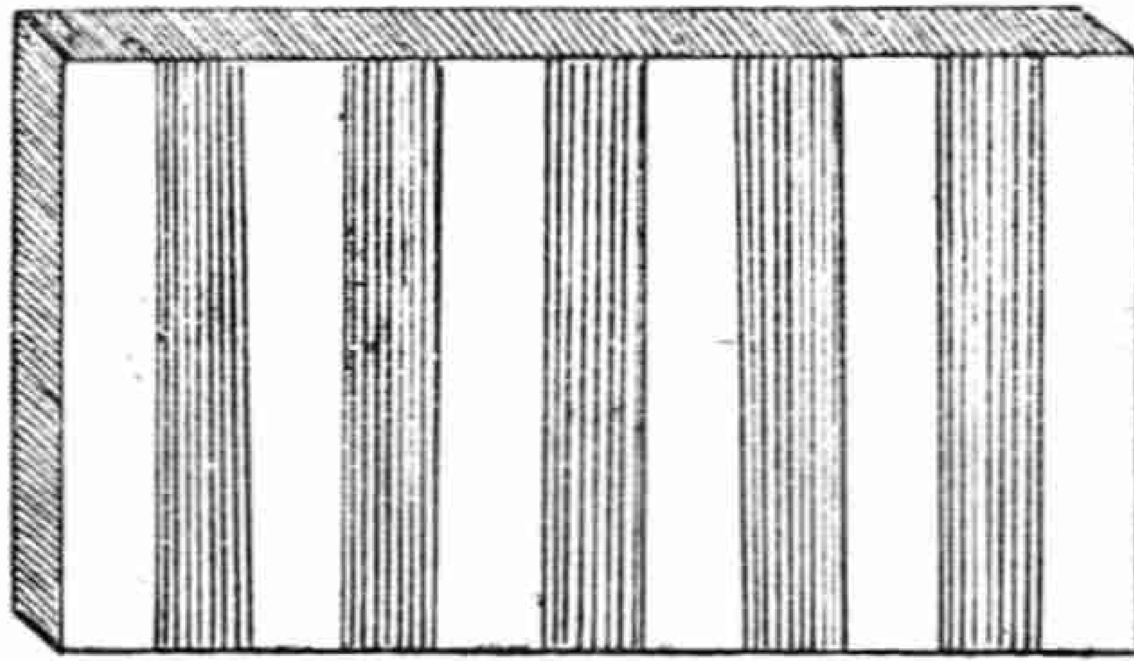
అయస్కాంతము యొక్క ఉత్తరదిశనుజూపు కొన ఉత్తరధ్రువమనియు, దక్షిణదిశనుజూపు కొన దక్షిణధ్రువమనియు పిలువబడుచున్నవి. ఏకజాతిధ్రువములు వికర్షించుకొనును; భిన్నజాతిధ్రువములు ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణ, వికర్షణ బలములు ధ్రువసామర్థ్యముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతమునను, వాటి మధ్యగల దూరపు వర్గమునకు విలోమానుపాతమునను ఉండును. ఏ. మా. శ.

**విల్సన్, చార్లెస్ తామ్సన్ రీజ్** (జననము 1869): 1925 మొదలు 1934 వరకు కేంబ్రిడ్జిలో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా పని చేసెను. అణువుల అయనీకరణమును గురించిన ఈయన పరిశోధనలు జగద్విదితములు. ధూళికణములు లేకున్నను నీటి ఆవిరి బిందువులుగా ఏర్పడుటకు, అయనీకృతకణములు చాలునని ఈతడు కనిపెట్టెను. ఈ సంఘటన, ఆతని ప్రఖ్యాత అయనీకరణమందిర (మేఘమందిర) నిర్మాణమునకు దారి తీసినది. పరమాణు రచనను గురించిన పరిశీలనయందు ఈ మందిరము యొక్క ప్రాముఖ్యము అపారము. 1927 లో కాంప్టన్‌తోపాటు ఈయనకుకూడ నోబెల్ బహుమతి లభించినది. జి. సు. రె.

**వివర్తన జాలకము** (డిఫ్రాక్షన్ గ్రేటింగ్): ఒక ఖాళీ, ప్రక్కనే ఒక అడ్డు, తరువాత ఖాళీ, మరల అడ్డు ఈ విధముగా అనేక ఖాళీలు, అడ్డులు ఒకటది, ఒకటిది చొప్పున ఉన్నచో దానిని 'జాలకము' అందురు. మన ఇండ్లలో కటకటాలు దీనికి ఒక ప్రత్యక్ష ఉదాహరణ. కటకటాల ఊచలు బాగుగా సన్నవిచేసి చాల దగ్గరదగ్గరగా కట్టినచో దానిని 'తీగల జాలకము' అనవచ్చును.

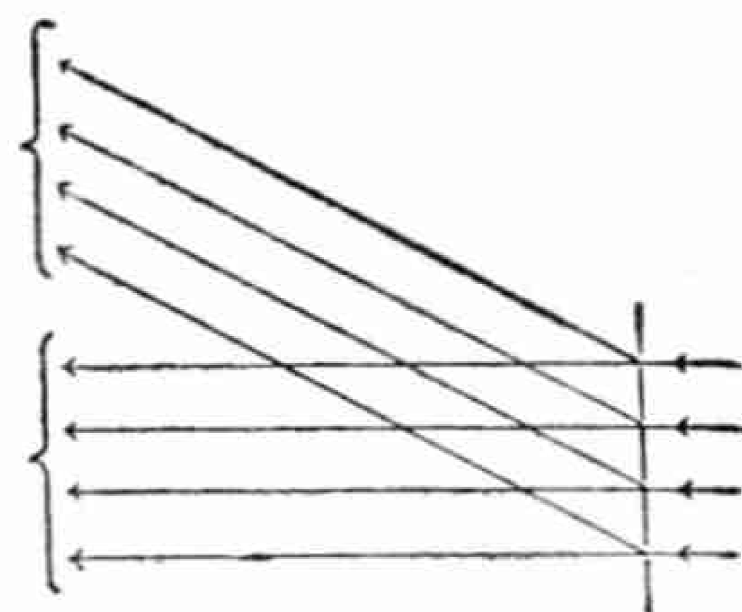
తీగల జాలకము: సన్నని వెండితీగలుకాని, రాగితీగలు కాని ఒకదానిప్రక్కన ఇంకొకటి సమాంతరముగా అమర్చినచో జాలకమగును. అన్నితీగలు సమానవ్యాసము కలిగిఉండవలెను; ఏ రెండుతీగల మధ్యదూరమైనను సమానముగా ఉండవలెను. ఒక తీగయొక్క వ్యాసమున్ను దాని ప్రక్కనున్న ఖాళీయొక్క వెడల్పున్ను కలసి జాలక

అంశము అని వ్యవహరింపబడును. తీగజాలక సహాయమున సూక్ష్మతరంగముల యొక్కయు, పరారుణతరంగముల యొక్కయు తరంగదైర్ఘ్యమును కనుగొనవచ్చును. 1 వ పటములో జాలకఅంశము $d = (a + b)$.


1 వ పటము : తీగజాలకము

కాంతి వివర్తనము (డిఫ్రాక్షన్ ఆవ్ లైట్): కాంతిని ఈ జాలకముగుండా పంపినప్పుడు తీగలుగల భాగములు కాంతిని అడ్డగించును. తీగకు, తీగకు మధ్యగల ఖాళీభాగములగుండా కాంతి ప్రసరించును. ఇట్టి జాలకము నుండి కాంతి బైటకు వచ్చునప్పుడు కాంతిలో చాలభాగము తిన్నగనే వెళ్ళును. కాని కొంతభాగము ప్రక్కమార్గములకుకూడ పోవును. ఈ ప్రక్కకు వెళ్ళుటనే 'వివర్తనము' (చూ.పు. 688) అందురు. ప్రక్కలకువెళ్ళిన కాంతిని వివర్తితకాంతిఅందురు. జాలకముయొక్క ప్రధానలక్షణము జాలకఅంశము. ఇది తీగకు, తీగకుమధ్యగలదూరము $(a + b)$. జాలకఅంశము సుమారు అలపొడవంత ఉన్నప్పుడే కాంతి వర్తనము బాగుగా జరుగును.

గాజుజాలకము (గ్లాస్ గ్రేటింగ్): మామూలు కాంతి (సూర్యకాంతి, లేదా దీపపుకాంతి) లోనితరంగదైర్ఘ్యము సుమారు అంగుళములో 10,000 వ వంతు లేదా 1,00,000 వ వంతు ఉండును. జాలక అంశము ఇంతచిన్నది చేయవలెననిన అంత సన్నని తీగలు దొరకవు. అందుచే ఒక గాజు పలకమీద వజ్రపుములుకుతో సమానాంతరముగా అంగుళమునకు సుమారు 15,000 గీతలు గీచిన అది 'గాజు జాలకము' అగును. కాంతిని ఈ జాలకము గుండా పంపినప్పుడు గీతలుగల భాగములు కాంతిని అడ్డగించును. గీతకు, గీతకు మధ్యగల స్థలముగుండా కాంతి ప్రసరించును.

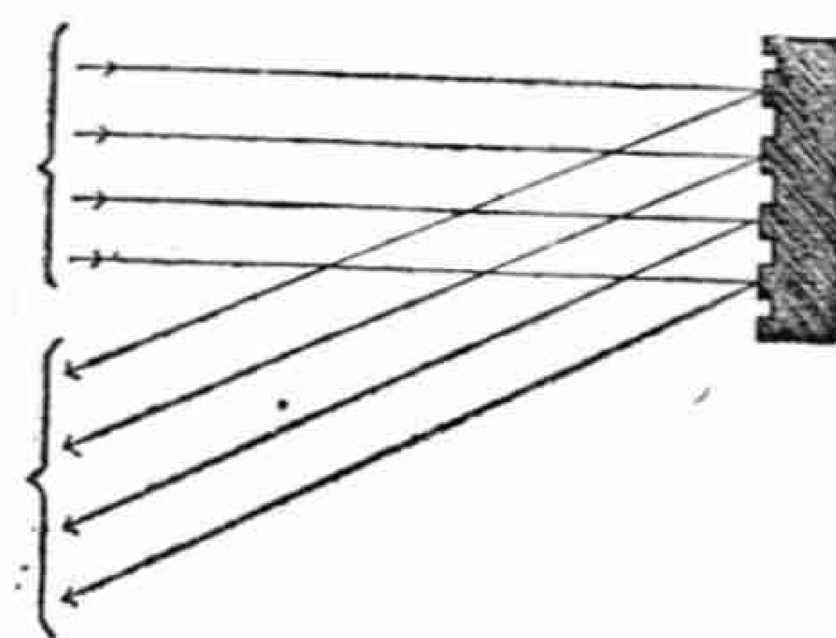

2 వ పటము : సమతలముపై వివర్తనము

పరావర్తన జాలకము : పైనిచెప్పిన జాలకములగుండా కాంతి ప్రసరించును. అటులకాక జాలకము గీతలు ఒక ధాతురేకుమీద గీచినచో దానిగుండా కాంతి ప్రవేశింపలేదు. పరావర్తితకాంతి వచ్చుప్రక్కకే తిరిగి వెళ్లును. అప్పుడుకూడ కాంతి వివర్తనము జరుగును. ఇట్టి 'దానికి పరావర్తనజాలకము' అని పేరు. ఇది విశేషఉపయోగము కలది.

మొదటిలో ఈ జాలకముల పైభాగమును సమతలముగా ఉంచెడివారు. ఇది పుటతలముగా చేసినచో దీని ఉపయోగము అనేకరెట్లు ఎక్కువ అగునని రోలండ్ కనిపెట్టెను. పుటతలముగల జాలకముయొక్క ప్రయోజనము అసమానము.

జాలకమును తయారుచేయుట : జాలకమును తయారుచేయుట చాల సున్నితమైన పని; ఇది ఒక కళవంటిది. ఎంతో నేర్పు అవసరము. అందువలననే ఇది ప్రపంచములో ఏకొద్దిమంది సిద్ధహస్తులచేతులలోనో, ఏకొలది చోట్లనో సాధ్యము అయ్యెను. ప్రపంచమున కంతటికిని, రెండు మూడు జాలకము గీయుయంత్రములు ఉన్నవనిన ఆశ్చర్యపడ అవసరము లేదు.

మొదట గాజుపలకమీదగాని, 'క్వార్ట్జ్' పలకమీదగాని, స్పెక్యులము (ఒకవిధమైన కంచు) పలకమీదగాని, మనకు కావలసినతలమును అతిసునిశితముగ చేయుదురు. ఇట్టి తలముమీద సమానాంతర రేఖలు గీయవలయును. ఈ గీతలు యంత్ర సహాయమున వజ్రపుములుకుతో గీయుదురు. గీతలు చాల దగ్గరగ ఉండుటచే (అంగుళమునకు సుమారు ఇరవై, ముప్పై వేలు) గీతలు గీయునప్పుడు గీతకు, గీతకు గల మధ్యదూరము మారకూడదు. అందుచే జాలకము గీయు యంత్రముండు గదియందలి (అనగా అందలి గాలి, వస్తువుల) తాపక్రమము ఏమాత్రము మారకుండ ఏర్పాట్లు చేయుదురు. ఒకజాలకమును తయారుచేసి సెల్యులాయిడ్ మీద దాని అచ్చును తీసి ప్రతులు వాడుదురు.


3 వ పటము : పుటాకారతలముపై వివర్తనము

జాలకము యొక్క కాంతి కిరణములను విడిపరచు సామర్థ్యము జాలకములో గల మొత్తము గీతలనుబట్టి ఉండును. అనగా గీతలుగీచినమేర ఎంతయున్న అంత మంచిదన్నమాట; సుమారు 75,000 గీతలు గీయవచ్చును. ఆపైన గీతలుగీయు వజ్రపుములుకు బండయై రానురాను వెడల్పు అయినగీతలు వచ్చును. అనగా జాలకఅంశము

మారిపోవును. అందుచే సుమారు ఒక లక్షకుమించి గీతలు గీయరు.

జాలకములు నాలుగు రకములు : 1. సమతల గాజు జాలకము; 2. సమతలపరావర్తన జాలకము; 3. పుటతల జాలకము; 4. తీగలజాలకము. సి. రా. శా.

**వివర్తనము** (డిఫ్రాక్షన్) : నీటిఅలకు ఒక వస్తువు అడ్డుతగిలినపుడు ఆవస్తువుయొక్క ప్రక్కలనుండి వంగి అల సాగుటను మనము తరచు చూచుచునే యుందుము. ఈ వంగుటకే 'వివర్తనము' అని పేరు.

వివర్తనము తరంగరూపములన్నింటికి గల సామాన్య లక్షణము. కాంతి, శబ్దము తరంగస్వరూపములు. కావున కాంతి, శబ్దములు వివర్తనమునకు లోనగును. కాని కాంతి తరంగములు అడ్డుతగిలినవస్తువు ప్రక్కనుండి వంగుటను కనిపెట్టుట చాలకష్టము. ఏలన కాంతికిరణములు ఋజు మార్గమున ప్రయాణముచేయునని మనము నేర్చుకొంటిమి. కాంతితరంగముల దైర్ఘ్యము అత్యల్పమగుటచే అవి ఋజుమార్గమున పోవునట్లు కనిపించును. కాని నిజముగ ఇతర తరంగములవలె కాంతి తరంగములుకూడ అడ్డుగ నున్న వస్తువుప్రక్కనుండి వంగునని నిరూపించవచ్చును.

ఒక గదిలో చేసిన శబ్దము ప్రక్కగదిలో నున్నవారు తేలికగా వినగలరు. దీనికి కారణము శబ్దతరంగముల తరంగదైర్ఘ్యము ఎక్కువ; గోడలప్రక్కనుండి సులువుగా అది వంపు తిరుగగలవు. కాని ఒకగదిలో కాంతిని మరి యొకగదిలో చూడలేము. కాంతితరంగముల తరంగ దైర్ఘ్యము చాల తక్కువ ; అందుచే కాంతితరంగములు అట్లు ప్రవర్తించును. శబ్దమువిషయములో వివర్తనము ఎట్లు జరుగుచున్నదో పై ఉదాహరణమువలన తెలియుచున్నది. కాంతి వివర్తనమునుగూర్చి తెలిసికొనవలెనన్న మనము

సూక్ష్మపరికరములను ఉపయోగించవలెను. వీటిని వివర్తన జాలకములు అందురు. నిలువుగనున్న సన్ననిచీలికద్వారా కాంతిని పంపినపుడు అత్యల్పతరంగదైర్ఘ్యముగల కాంతి తరంగములు ఆచీలిక అంచులకు తగిలి వివర్తనమొందును. కాంతి ఇట్లు వివర్తనమొంది, తెరపై పడినపుడు నలుపు రేఖలు, కాంతిరేఖలు ఒకదానితరువాత ఒకటి ఏర్పడును.

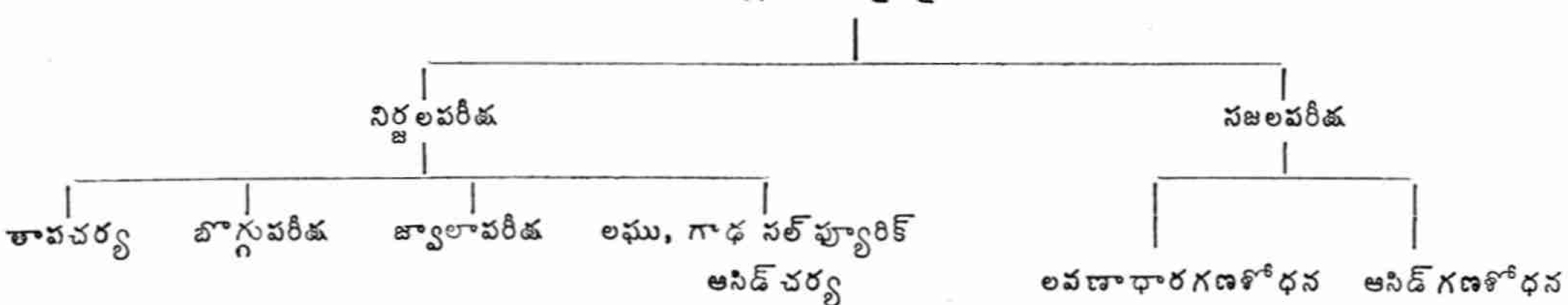
ఒకేజ్యోతినుండి పుట్టిన కాంతి, చీలికగుండా వెలువడి నపుడు పరావర్తితమై, విరుద్ధకళలుగల తరంగరూపమున మరల కలుసుకొనినపుడు ఒకదానినొకటి ఈ తరంగములు రద్దుచేసికొని నలుపురేఖలు ఏర్పడును. ఆ అవస్థాభేదములేని తరంగములు కలిసినపుడు ప్రకాశరేఖలు ఏర్పడును (చూ. ఎక్స్ (X-) కిరణములు–స్ఫటికరచన : పు. 222). మే.వ.న.

**విశిష్టోష్ణత** : చూ. ఉష్ణతామితి - పు. 217.

**విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము-I** : రాసాయనిక యౌగికమును దాని అంశీభూతములగు ద్రవ్యముల క్రిందనో లేదా మూలద్రవ్యముల క్రిందనో విడదీయుటకు 'రాసాయనిక విశ్లేషణము' అని పేరు.

ఈ విశ్లేషణరాసాయనిక శాస్త్రమును, స్థూలముగా గుణాత్మకము (క్వాలిటేటివ్) అనియు, పరిమాణాత్మ కము (క్వాన్‌టిటేటివ్) అనియు రెండు విభాగములు చేయవచ్చును. మొదటిది, అకర్బనద్రవ్య విశ్లేషణము; రెండవది, కార్బన్ ద్రవ్యవిశ్లేషణము. విశ్లేషణ క్రియా ముఖ్యలక్ష్యము ద్రవ్యసంఘటనమును నిర్ణయించుట.

గుణాత్మక విశ్లేషణ మూలతత్త్వము : గుణాత్మకవిశ్లే షణకార్యమందు మూలసూత్రము మొదట విడదీయుట, తరువాత (భాగములను) గుర్తించుట. విడదీయుటకు పనికివచ్చు పద్ధతులు బాష్పప్రేషము, బాష్పశీలత లేదా విచ్ఛేదన విద్యుత్ప్రేషము (డికాంపోజిషన్ వోల్టేజ్) లేదా ద్రావణీయత మొదలగు భౌతికధర్మములలో కాని, లేదా ఆక్సీకరణ, ఆక్సీహరణ సౌలభ్యమువంటి రాసాయనిక ధర్మములలో కాని భాగద్రవ్యములకున్న భేదమునుపట్టి ఉండును.




పరిమాణాత్మకవిశ్లేషణము : ఇందు ద్రవ్యపరిమాణ నిర్ణ యమే ముఖ్యోద్దేశము. ఇందులకు అనేకవిధానములు నేటి కాలమందు వాడుకలో ఉన్నవి: 1. భారాత్మ కములు (గ్రావిమెట్రిక్); 2. ఆయతనాత్మకములు

(వాల్యుమెట్రిక్); 3. విద్యుత్‌విశ్లేషణాత్మకములు (ఎలక్ట్రోలిటిక్); 4. వర్ణాత్మకములు (కలరీమెట్రిక్) అని నాలుగు భాగములుగా విస్తరించవచ్చును.

పరిమాణాత్మక విశ్లేషణశాస్త్రమందు ఆయతనాత్మక విధానములు అత్యంత సుకరములు. ఈ విధాన వ్యాప్తికి గేలుసాక్ కారకుడు. దీనికి గేలుసాక్ అతిసులభమైన సాధనమును నిర్మించెను. ఆ సాధనమే బ్యూరెట్టు అను ద్రవమాపకపరికరము. పరీక్ష్యపదార్థములపై నడపు రాసాయనిక చర్యాస్వభావమును అనుసరించి, ఈ శాస్త్ర భాగమును: 1. లవణీకరణ విధానము; 2. ఆక్సీకరణ విధానము; 3. ఆక్సీహరణవిధానము; 4. అవక్షేపణవిధానము అని నాలుగు తరగతులుగా విభజించవచ్చును.

ఈ విధానములందు ఉపయోగించెడి సాధనసామగ్రియు, రాసాయనిక పదార్థవివరములను ఆయతనాత్మక విశ్లేషణ విధానములను ప్రత్యేక శీర్షిక 'విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము - II' లో చూడనగును (పు. 690).

ఆయతనాత్మకవిధానములో అతినవీనమైనవాటిని ఈ క్రిందివిధమున వివరించవచ్చును. ద్రావణరూపములోనున్న పరీక్షద్రవ్యమునకు ప్రమాణద్రావణమును కలుపుచున్నపుడు మొదటిదానిని విద్యుద్వాహకత్వము ఎట్లు మారునో ప్రాయోగికముగా కనుగొనుటవలన పరీక్ష్యద్రావణమునకు రాసాయనికముగా సమమగు ప్రమాణద్రావణ ఆయతనమును కనిపెట్టవచ్చును.

విద్యుద్వాహకత్వ నిర్ణయమునకేకాక, విద్యుత్ ప్రేష నిర్ణయమునకూడ ప్రమాణద్రావణముయొక్క ఆయతనమును కనిపెట్టవచ్చును.

ఈ విధానముయొక్క తత్వము ఇది. ప్లాటినమ్ వంటి ధాతు ఫలకమునను, విద్యుద్వాహకద్రావణములో ఉంచినప్పుడు ఫలకమునకు, ద్రావణమునకు మధ్య విద్యుత్ ప్రేషము ఏర్పడును. ఈ విద్యుత్‌ప్రేషము ప్రతిక్రియలో పాల్గొను ద్రవ్యముల స్వభావమునుపట్టియేకాక ఫలకము చుట్టును, ద్రావణములోనున్న అయన్‌ల సాంద్రతనుపట్టి కూడ ఉండును. ఏకారణముచేనైన అయన్‌ల సాంద్రత మారినచో విద్యుత్‌ప్రేషము మారును. ఈ పరిస్థితులలో పరీక్ష్యద్రావణమునకు ప్రమాణద్రావణమును కలుపునపుడు అయన్‌లసాంద్రత మారును. అందుచేత విద్యుత్‌ప్రేషము కూడ మారును. ఇది మొదటినుండి తగ్గుచు కనిష్ఠ మూల్యము అగుటయో, లేదా మొదటినుండి ఎక్కువగుచు గరిష్ఠమూల్యము కలదగుటయో తటస్థించును. ఈ కనిష్ఠ, గరిష్ఠ మూల్యములు లబ్ధమైనపుడు ప్రమాణద్రావణ ఆయతనము పరీక్ష్యద్రావణరాశికి, రాసాయనికముగా సరిపోవును. అందుచేత విద్యుత్ ప్రేషమును ప్రయోగికముగా పరిగణించి ఈ సమదశను గుర్తించవచ్చును.

ఈ చివర రెండువిధానములలో మొదటిదానికి విద్యుద్వాహకమాపక విధానము (కన్‌డక్టియో మెట్రిక్) అనియు, రెండవదానికి విద్యుత్ ప్రేషమాపక విధానము (పొటెన్షియో మెట్రిక్) అనియు పేర్లు.

అల్పప్రమాణముకల ద్రవ్యనిర్ణయమునందు వర్ణాత్మక విధానము ఒక ముఖ్యవిభాగము. పరీక్ష్యమగు ద్రవ్యముతో రంగునిచ్చు మరొకద్రవ్యమును కలపగావచ్చిన వర్ణగాఢతను కొలచుట ఈ విధానపు తత్త్వము. పరిమాణము తెలియని ఒక ద్రవ్యముయొక్క వర్ణగాఢతను పరిమాణము తెలిసిన ద్రవ్యముయొక్క వర్ణగాఢతతో సరిపోల్చిచూచుట ఇందలి ముఖ్యమైన ప్రయోగాంశము. ఉదాహరణమునకు నీటియందు అమోనియాప్రమాణము నెస్లర్ పద్ధతిని నిర్ణయించుట, నిర్దిష్టాయతనముగల నీటిని నెస్లర్ సిలెండర్‌లో తీసుకొని తెలిసిన ప్రమాణముగలదానికి నెస్లర్ శోధక ద్రావణమును కలుపుదురు. ఈ నాళములో ఏదోకొంత గాఢతగల పసుపురంగు కనిపించును. ఆ ద్రావణము నట్లుంచి తెలిసిన అత్యల్ప అమోనియమ్ క్లోరైడ్ గలిగి నెస్లర్ నాళికలలో విడివిడిగా ఉంచబడిన ద్రావణములకు మునుపటి నిర్దిష్ట పరిమాణముగల నెస్లర్ ద్రావకమును కలుపుదురు. ఈ నాళికలందు కన్పట్టు పసుపురంగుయొక్కగాఢత నాళికయందున్న అమోనియమ్ క్లోరైడ్ లవణరాశిని పట్టి ఉండును. ఇప్పుడు పరీక్ష్యద్రావణములో కనిపించిన పసుపు రంగుగాఢత రెండవమాటు తయారుచేసిన వేరువేరు నెస్లర్ నాళికలలో ఏనాళికయందున్న రంగుగాఢతకు సమమగునో ప్రత్యక్షముగ కనుగొందురు. ఈ రెండు గాఢతలు సమానముగా నున్నప్పుడు పరీక్ష్యద్రావణములోను, ప్రమాణ ద్రావణములోను గల అమోనియారాశులు సమముగా ఉండును. ప్రమాణద్రావణములోని అమోనియారాశిని వాడుకచేసి అమోనియమ్ లవణరాశిని లెక్కించవచ్చును. కనుక, పరీక్ష్యద్రావణములోకూడ అంతే అమోనియా ఉన్నదని నిశ్చయము.

ఈ విధానముననే రాళ్ళయందుండు టైటానియమ్ ధాతువు హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ద్రావణముతో ఇచ్చు పసుపువర్ణగాఢతను నిర్ణయించి ధాతురాశిని లెక్కింతురు. ఇట్లే రాగిని అమోనియాద్రావణము (రంగు ఊదా)తో కాని, పొటాసియమ్‌ఫెర్రోసైనైడ్ ద్రావణము (పింగళ వర్ణము)తో కాని నిర్ణయింపవచ్చును.

అత్యల్ప ప్రమాణముగాని ద్రవ్యరాశి నిర్ణయమునకై క్షారాత్మకవిధానములందు వాడెడి రాసాయనికప్రక్రియ

లను అనువగురీతిని సవరించి అల్పప్రమాణద్రవ్యరాశి నిర్ణయవిధానములను ఏర్పాటు చేయవచ్చునని ఎమిక్ శాస్త్రజ్ఞుడు సూచించెను. ఆ సూచనలను అనుసరించి 'ఫ్రిట్జ్ ప్రెగల్' సూక్ష్మ విశ్లేషణము (మైక్రో - ఎనాలిసిస్) అను పేరుతో ప్రయోగపద్ధతిని ఒక దానిని స్థాపించెను.

పైని వివరించిన విశ్లేషణ విధానములు అకర్బన ద్రవ్యముల సందర్భమున సామాన్యముగా వాడుకలో నున్నవి.

**కార్బన్‌విశ్లేషణము**: ఇది రెండురకములు: 1. మూల ద్రవ్యవిశ్లేషణము; 2. గణనిర్ణయము. మొదటిది మూల ద్రవ్యములు ఏవికలవో వాటిని గుణాత్మకముగాను, పరిమాణాత్మకముగాను నిర్ణయించుట. కార్బన్ ద్రవ్యములలో సామాన్యముగాఉండు కార్బన్ కాని ఇతర మూలద్రవ్యములు చాలతక్కువ. అవి హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్, భాస్వరము, గంధకము, హేలొజన్‌లు. ఈవిషయమై పరిశ్రమ చేసినవారిలో లావ్వాజ్యే మొదటివాడు. తరువాత డ్యూమా, అంతకన్న హెచ్చుగా లీబిక్, ఈ విశ్లేషణ పద్ధతులను నెలకొల్పిరి. వారి కృషిఫలితముగా నేటికిని ఈ పద్ధతులే ప్రచారములో ఉన్నవి ఈ విధానముల వివరములు ఆయాశీర్షికలలో చూడనగును. హ. అ. శే.

**విశ్లేషణ రాసాయనికశాస్త్రము-II**: ఇందు రాసాయనిక విశ్లేషణవిధానములు చర్చింపబడును. యౌగికములందు ఏయే మూలద్రవ్యములు ఉన్నవో గుర్తించుట ముఖ్య ఉద్దేశము అయినప్పుడు దానికి గుణాత్మక 'విశ్లేషణము'ని పేరు. యౌగికమందున్న మూల ద్రవ్యములలో ఏవేవి ఎంతెంతగలవో కనుగొనుటకు పరిమాణాత్మక విశ్లేషణము అని పేరు. యౌగికమందు ఏయే మూలద్రవ్యములు ఉన్నవో ముందు తెలిసినగాని, వాటి పరిమాణ నిర్ణయము పొసగదు. కనుక యౌగికము యొక్క గుణాత్మక పరీక్ష పరిమాణ నిర్ధారణకు పూర్వము జరుగవలెను.

పరిమాణాత్మక విశ్లేషణమును రెండువిధముల కావించవచ్చును: 1. భారనిర్ణయవిధానము ; 2. ఆయతనాత్మక విధానము. ఈ రెండు విధానములకును తులాయంత్రమే ప్రధానము; మొదటిది పరీక్ష్యద్రవ్య ద్రావణమునకు విశిష్ట రాసాయనిక యౌగికముల యొక్క ద్రావణములను చేర్చుట వలన పరీక్ష్యద్రవ్యమందలి ఘటకము ఒకటి మరొకయౌగికముగా మారును. ఈ యౌగికమునకు మూడు గుణములు ఉండవలయును: 1. అద్రావ్యత, 2. దాని నిశ్చిత రాసాయనిక రచన, 3. యథార్థముగా తూచుటకు అనుకూలత. రెండవ తరగతికి చెందిన పరిమాణాత్మక విధానముల అన్నిటికి ఆయతనమాపకములు అనిపేరు.

**గుణాత్మక విశ్లేషణము**: గుణాత్మకవిధానములందు ఎప్పుడును గుర్తించవలసిన దానిని ప్రత్యేకించిన తరువాత నే పోల్చుదురు. గుణాత్మకవిశ్లేషణమును 1. అకర్బన యౌగిక విశ్లేషణము, 2. కార్బన్‌యౌగిక విశ్లేషణము అని రెండు తరగతులుగా విభజింపనగును. ఇచ్చట అకర్బన విధానములే వివరింపబడును.

**అకర్బన యౌగికవిశ్లేషణము**: అయన్ సిద్ధాంత ప్రకారము (చూ. అయన్ సిద్ధాంతము - పు. 146) అకర్బన యౌగికములు (ముఖ్యముగా లవణములు) ద్రావణ స్థితిలో అయన్‌లుగా విడిపోవును. అకర్బన ద్రవ్య విశ్లేషణములను అయన్ నిర్ణయవిధానమని అనవచ్చును. ఈ అయన్‌లు ధాతు అయన్‌లు (ధన అయన్‌లు), ఆసిడ్ అయన్‌లు (ఋణ అయన్‌లు) అని రెండు రకములుగా ఉండును.

సాధారణ గుణాత్మకవిశ్లేషణమునందు గుర్తించవలసిన ధన అయన్‌లు 25 కన్న ఎక్కువలేవు. ఆసిడ్ అయన్‌ల సంఖ్యకూడ ఇంచుమించు ఇదియే. కనుక ఏ విశ్లేషణ పద్ధతియైనను ఈ 50 రకముల అయన్‌లను వేరుచేసి గుర్తుంచుటకు వీలగు ప్రక్రియలను విస్తరించవలెను. ఈ పద్ధతులు రాసాయనిక వాఙ్మయమునందు వివిధముగా నున్నవి. అందు ప్రాయశః వాడుకలోనున్న పద్ధతి మొట్టమొదట ఫెసీనియస్ అను జర్మను రాసాయనికునిచే విస్తరింపబడినది. అందు 1. ప్రారంభపరీక్ష, 2. ధనఅయన్ పరీక్ష, 3. ఋణ అయన్‌పరీక్ష అని మూడు భాగములు ఉండును. మొదటి పరీక్ష ఈ క్రింది విభాగములలో చేయవలెను. 1. ద్రవ్యముయొక్క భౌతికపరీక్ష, అనగా దాని రంగు స్ఫటికరచన, స్వరూపము మొదలగు భౌతికగుణములను గుర్తించుట, 2. చూర్ణపరీక్ష (డ్రైటెస్ట్) తాప క్రమము క్రమముగా హెచ్చుచేసి ద్రవ్యగుణములు ఎట్లు మారునో కనిపెట్టుట. ఇది మరల నాలుగు అంతర్భాగములుగా జరుపవలెను.

జ్వలన నాళికా పరీక్ష (ఇగ్నైషన్ ట్యూబ్ టెస్ట్): ద్రవ్యమును సన్ననినాళికలో తీసికొని వేడిచేసినప్పుడు దానిరంగు మారవచ్చును. ఆక్సిజన్, నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్, అమోనియావంటి వాయువులు బహిర్గతము కావచ్చును. నీటి ఆవిరి ఉత్పన్నమై జలబిందువులు నాళములో ఏర్పడవచ్చును. లేదా ద్రవ్యము ఉత్పతించి (సబ్లైమ్) గొట్టముపై భాగమున పొర ఏర్పడ వచ్చును.

ఆయా మార్పులను గుర్తించి వాటికి కారణభూతమైన ద్రవ్యస్వభావమును కనుగొనవచ్చును. ఉదా:

(i) (a) రంగుమార్పు : తాత్కాలికము

| చల్లగా ఉన్నప్పుడు | | వేడిచేసినపుడు | |
|---|---|---|---|
| తెలుపు | → | పసుపు | - జింకాక్సైడ్ |
| పసుపు | → | నారింజ | - క్రోమేట్లు |
| తెలుపు | → | పసుపు ↓ ఇటుకరంగు ↓ ఆకుపచ్చ ↓ నీలిరంగు | సల్ఫోసైనైడ్లు |

(b) రంగు మార్పు - శాశ్వతము :

| చల్లగానున్నపుడు | | వేడిచేసినపుడు |
|---|---|---|
| నీలిరంగు | → | బూడిదరంగు - కాపర్ సల్ఫేట్ |
| ఆకుపచ్చరంగు | → | ఇటుకరంగు - ఫెర్రోసిలికేట్లు |
| ఏ రంగైనను | → | నలుపగుట - సిట్రేట్లు, టార్ట్రేట్లు |

(c) ఉత్పతితము

| | | |
|---|---|---|
| తెలుపురంగు | → | అమోనియా, మర్క్యూరీ లవణములు, ఆర్సెనిక్ ట్రై ఆక్సైడ్, బోరిక్ ఆసిడ్, ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ |
| ధూసరవర్ణము | → | పాదరసము, పాషాణము, అయిడీన్ |
| పీతవర్ణము | → | గంధకము, సల్ఫైడ్లు, పాలీ సల్ఫైడ్లు, మర్క్యూరిక్ అయిడైడ్ (దీనిని తాకిన ఎర్రబడును) |

(ii) వాయూద్గమనము: రంగు, వాసనలేని వాయువు: ఆక్సిజన్ - నైట్రేట్లు, హేలోజనేట్లు, పెర్ క్లోరేట్లు, ఆర్సెనేట్లు, క్రోమేట్లు, పెర్మాంగనేట్లు.

జ్వలనశీలమగు కార్బన్ మోనాక్సైడ్ : ఆక్సలేట్లు, ఫార్మేట్లు.

మంటను ఆర్పగల వాయువులు : నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ గల అమోనియా లవణములు, ఫెర్రీసైనైడ్లు, సల్ఫోసైనైడ్లు నుండి లభించునవి :

సున్నపు నీటిని విరుచు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ : కార్బొనేట్లు, సైనేట్లు, కార్బానిక్ ఆసిడ్ లవణములు.

రంగులేకుండ వాసనగల వాయువులు : కాగితము కాలినవాసన - టార్ట్రేట్లు, సిట్రేట్లు.

ఆసిటిక్ ఆసిడ్ : బరువైనధాతువుల ఆసిటేట్లు.

సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ : సల్ఫేట్లు, బైసల్ఫైట్లు, ఫెర్రస్ సల్ఫేట్, సల్ఫైడ్లు (గాలిలో కాలుటవలన).

హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ : తడిగానున్న సల్ఫేట్లు, కొన్ని తయోసల్ఫేట్లు.

ఘూర్ణైనసల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ : క్షారధాతు బైసల్ఫేట్లు, బరువైన ధాతువుల సల్ఫేట్లు (ఫెర్రిక్ సల్ఫేట్).

అమోనియా : అమోనియా లవణములు ; క్లిష్ట సైనోజన్ యౌగికములు

రంగు, వాసన, గల వాయువులు : నైట్రోజన్ ; పెరాక్సైడ్ - నైట్రైట్లు ; నైట్రేట్లు. బ్రోమీన్ - బ్రోమైడ్లు అయిడీన్ - అయిడైడ్లు.

కార్బన్ ముక్కమీద పరీక్ష : సోడాతో కలిపిన ద్రవ్యమును కార్బన్‌కన్నములో దట్టించి బ్లోపైపుతో ఊదుట. ఇందులో ధాతువులపూసలుగాని, వాటిఆక్సైడ్ల పొరలుగాని, లేదా ఏకకాలమున ఈ రెండునుకాని ముక్కలుగా ఏర్పడును.

పూసలుమాత్రము : వెండి (తెలుపు); రాగి (పూస కట్టదు); ఇనుము (పూస కట్టదు) ఈరెండును చిన్న ముక్కలుగ ఉండును.

ఆక్సైడ్‌పొరమాత్రము : వేడిగానున్నపుడు పసుపు రంగు, చల్లార్చినపిమ్మట తెలుపురంగు - జింకాక్సైడ్ ; పసుపుపొర - కాడ్మియమ్.

పూసలు + పొర : తెలుపుపూస, పచ్చపొర - సీసము ; ఎరుపు, పసుపుపొర - ఎర్రపూస బిస్మత్తు ; తెల్లపొర, తెల్ల పూస - ఆంటిమోని.

కార్బన్‌మీద కాల్చిన ద్రవ్యమునకు కోబాల్ట్ నైట్రేట్ ద్రావణము రెండుమూడుబొట్లు చేర్చి మరలకాల్చిన కనిపించు రంగులు.

ఆకుపచ్చరంగు - జింకు

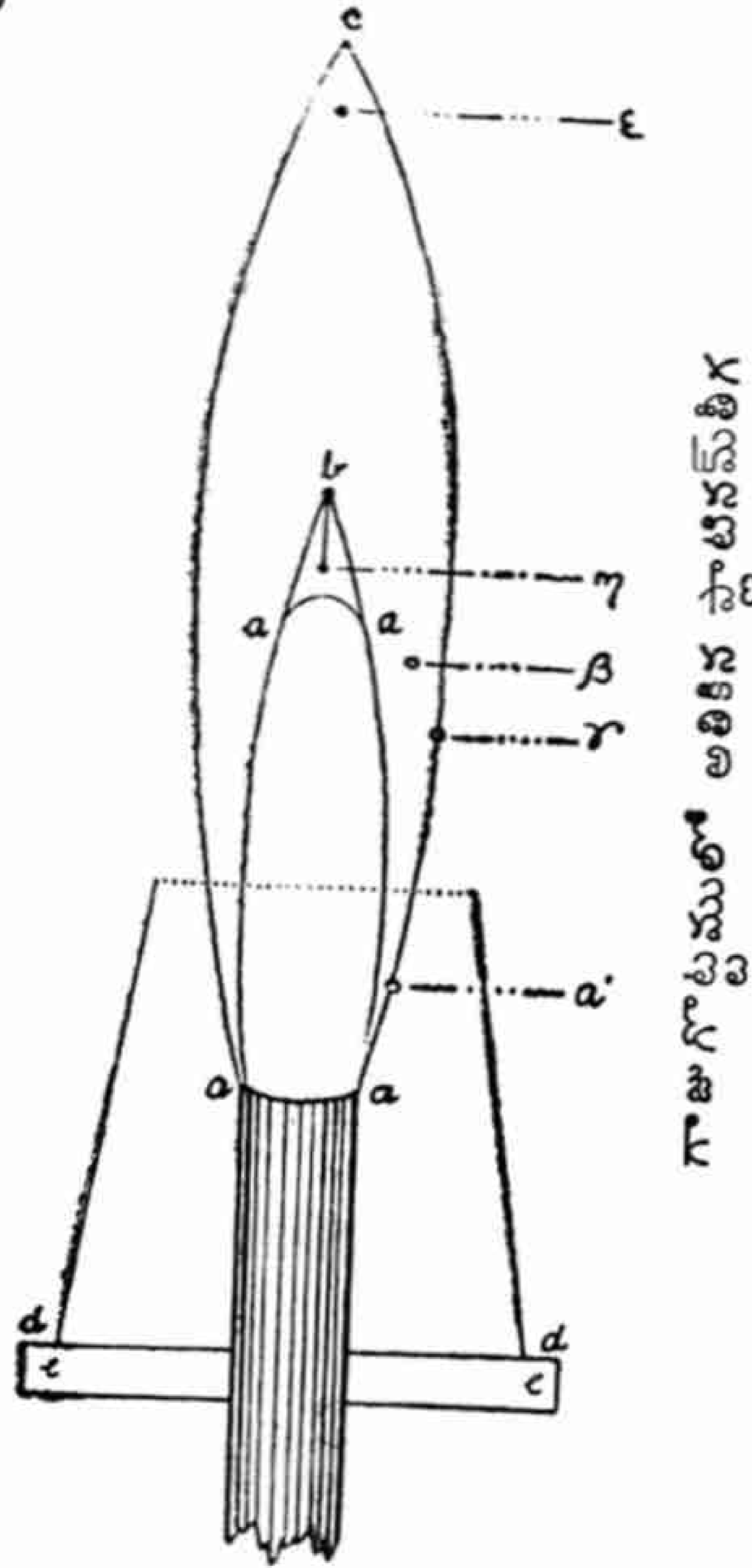
నీలిరంగు { కరగనిది - అల్యూమినియము; కరగిన పూసకట్టునది - బోరేట్లు, సిలికేట్లు, ఫాస్ఫేట్లు.

రోజాపూవురంగు - మగ్నీషియమ్.

జ్వాలావర్ణము : ప్లాటినమ్‌తీగతో ద్రవ్యమును గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో తడిచేసి బున్‌సెన్ బర్నర్ జ్వాలలో ఉంచవలయును:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sr | Na | Ca | Cu | Pb | Sn | K |
| Li | | | B | Al | | |
| రక్త | పసుపు | ఇటుక | Ba | Sb | | |
| వర్ణము | రంగు | రంగు | ఆకుపచ్చ | ధూసరవర్ణము | నీలవర్ణము | నీలలోహితము |

పూస పరీక్ష: ప్లాటినమ్‌తీగకొనను జ్వాలలో ఎఱ్ఱగ కాల్చి బోరాక్స్ (వెలిగారము) పొడిలో ముంచినచో, అది కొంచెము కరగి, ప్లాటినమ్ తీగకు అంటుకొనును. మరల జ్వాలలో ఉంచినచో వెలిగారము కరగి ముత్యమువలెపూసకట్టును. దానికి పరీక్ష్యద్రవ్యమును కొంచెము అతికించి మరల జ్వాలలో ఉంచినచో బోరాక్స్ పూస విశిష్టమగు రంగులను కలిగియుండును. బున్‌సెన్ జ్వాలలో కన్పట్టు ఆక్సీకరణము, ఆక్సీహరణము జరిగెడి స్థలములు పటములో వేరువేరుగా చూపబడినవి. పూసయొక్క వర్ణము ఈ వేరువేరు స్థలములలో మారి ఉండును.




క్రింది ఆక్సీకరణస్థానము γ
క్రింది ఆక్సీహరణస్థానము β
మీది ఆక్సీహరణస్థానము η
మీది ఆక్సీకరణస్థానము ε

| ఆక్సీకరణజ్వాల | ద్రవ్యము | ఆక్సీహరణజ్వాల |
|---|---|---|
| ఇటుకరంగు | Ni | బూడిదరంగు |
| ఆకుపచ్చ | Cr | ఆకుపచ్చరంగు |
| నీలిఆకుపచ్చ | Cu | ఇటుకరంగు |
| చినాలిరంగు | Mn | రంగులేదు |
| వేడిలో ఇటుకరంగు, చల్లారిన పసుపురంగు | Fe | ఆకుపచ్చ |
| నీలిరంగు | Co | నీలిరంగు |

ఒకప్పుడు రంగులు ఒకదానినొకటి మరుగు పరచును. క్రోమియమ్‌రంగు మాంగనీస్‌రంగును కనబడనీయదు. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఆక్సీహరణజ్వాలలో జరిపిన రంగుల పరీక్ష మరుగుపడి ఉన్నరంగును గుర్తించుటకు ఉపకరించును.

సాధారణముగా రంగులుగల లవణములే బోరాక్స్ పూసలకు రంగునిచ్చును. అందువలన పరీక్ష్యద్రవ్యమునకు రంగు ఉన్నప్పుడే ఈపరీక్ష ఆవశ్యకము. కాని సిలికేట్‌లను పరీక్షించునపుడు వాటికి రంగు లేకపోయినను ఈ పరీక్ష ఆవశ్యకము. వాటిని గుర్తించుటకు వాడుకచేయవలసిన లవణము మైక్రోకాస్మిక్ సాల్టు - సోడియమ్ అమోనియమ్ హైడ్రోజన్ ఫాస్ఫేట్. ఇదికూడ జ్వాలలో కరగి పూస కట్టును. పూసకు సిలికేట్‌లను చేర్చి జ్వాలలో కరగించినచో వాటిలవణాధారభాగము, పూసలో లీనమై సిలిసిక్ ఆసిడ్ భాగము పూసలోపల నలుసువలె తిరుగుచుండును. దీనిని సులభముగా గుర్తించవచ్చును.

సజల, గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లలో పరీక్ష: (a) సజలామ్లము ద్రవ్యమునకు కలిపినపుడు, బుసబుసలాడుచు వాయువు ద్రవ్యమునుండి పైకివెడలినచో ఆ వాయువు:

| | | |
|---|---|---|
| కార్బన్ డైఆక్సైడ్ | అయినచో | కార్బొనేట్‌లు |
| సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ | అయినచో | సల్ఫైట్‌లు, థయోసల్ఫేట్‌లు |
| నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ | అయినచో | నైట్రైట్‌లు |
| హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ | అయినచో | సల్ఫైడ్‌లు |
| ఆక్సిజన్ | అయినచో | పెరాక్సైడ్‌లు కావచ్చును. |

(b) గాఢామ్లము యొక్క చర్య: వాయువుల ఉత్పత్తి, భేదములు, గుణములు: రంగులేని వాయువు, గాలిలో చేరి ధూమము రేగును; లేదా అమోనియాతో పొగ పర్వడును. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ (HCl), హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్, హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ (HF), సిలికన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ ($SiF_4$).

వాయువు ఆకుపచ్చ రంగుతో మండును - బోరాన్ ట్రైఫ్లోరైడ్ (బోరేట్-ఫ్లోరైడ్ మిశ్రము నుండి); నీలి రంగుతో మండును: కార్బన్ మోనాక్సైడ్: ఆక్సలేట్, టార్ట్రేట్, సైనైడ్.

కొరకంచు నిప్పును జ్వలింప చేయునది ఆక్సిజన్: పెరాక్సైడ్‌లు, పెర్మాంగనేట్‌లు.

రంగుగల వాయువులు (ఎరుపు):- నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్, నైట్రేట్‌లనుండి; బ్రోమీన్, బ్రోమైడ్‌లు, బ్రోమేట్‌లనుండి; క్రోమిక్ క్లోరైడ్; క్లోరైడ్ + క్రోమేట్ మిశ్రమునుండి.

ఎఱ్ఱవాగుగలపసుపు: క్లోరీన్ డైఆక్సైడ్ ($ClO_2$)- క్లోరేట్‌నుండి.

పసుపు: క్లోరీన్ (క్లోరైడ్ + ఆక్సీకరణ ద్రవ్యము) నుండి.

చినాలిరంగు: అయొడీన్, అయొడైడ్‌లనుండి.

నలుపు సిట్రేట్‌లు, టార్ట్రేట్‌లు.

ద్రావణ పరీక్ష : తరువాతిప్రక్రియ ద్రవ్యమును ద్రావణ స్థితిలో పరీక్షించుట. నీరు, విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్, గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్, వీటిలో ఎందులో ద్రవ్యము కరగునో వరుసగా చూడవలెను. చల్లగా ఉన్నపుడు మార్పు లేనిచో, వేడిచేసి చూడవలెను. వీటిలో దేనిలోను కరగనిచో ఆక్వారెజియా (గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్, నైట్రిక్ఆసిడ్ల 1:3 మిశ్రమము)ను వాడి చూడవలెను. ఆక్వారెజియా ద్రావకములోకూడ కరగనిద్రవ్యమును అద్రావ్యముగా గ్రహించవలెను.

అద్రావ్యములు : 1. సిల్వర్ క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్, అయొడైడ్; 2. బేరియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ సల్ఫేట్లు; 3. లెడ్ సల్ఫేట్ ; 4. మెటాస్టానిక్ ఆసిడ్ $(H_2SnO_3)_5$ ; 5. టిన్ డైఆక్సైడ్ $(SnO_2)$ ; 6. ఫ్లోరైడ్లు. 7. క్రోమియమ్ ట్రైఆక్సైడ్, క్రోమైట్ ఖనిజములు. 8. క్లిష్ట సైనైడ్లు-వీటిని ద్రావణ స్థితిలోనికి తెచ్చుపద్ధతులు (i) జింకు చూర్ణము, సల్ఫ్యూరిక్ఆసిడ్ - ఈరెండిటి మిశ్రమము యొక్క చర్యవలన సిల్వర్ హేలైడ్లను ద్రావణస్థితిలోనికి తీసికొని రావచ్చును.

$$AgCl + (H)\ (\text{జింకు} + \text{ఆసిడ్}) \longrightarrow Ag + HCl$$

ఈప్రక్రియలో వెండిథాతువు విడివడును. దీనిని సజల నైట్రిక్ఆసిడ్తో ద్రావణము గావించవచ్చును. (ii) ద్రవ్యమును నాలుగైదురెట్లు సోడాకార్బొనేట్ చూర్ణముతో కలిపి ప్లాటినమ్మూసలో కరగించిన అద్రావ్యసల్ఫేట్లు ద్రావణములు అగును:

$$BaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow BaCO_3 + Na_2SO_4$$

చల్లారిన తరువాత మిశ్రమును నీటిలో కరగించి వడపోయగా నిలిచియున్న బేరియమ్కార్బొనేట్ను విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్లో కరగించి పరీక్షకు సిద్ధముచేయవచ్చును. (iii) లెడ్సల్ఫేట్ను గాఢకాస్టిక్సోడా ద్రావణముతో మరగించి ద్రావణముగా కావించవచ్చును. (iv) మెటాస్టానిక్ఆసిడ్ను గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ఆసిడ్తో కొంతసేపు మరగించినచో ద్రావణమగును. (v) టిన్ డైఆక్సైడ్: సోడియమ్ కార్బొనేట్ చూర్ణముతో గంధకమును కలిపి ఆమిశ్రమునకు టిన్ డైఆక్సైడ్ కలిపి మూసలో కరుగునట్లు వేడిచేయవలెను. ఈప్రక్రియలో స్టానిక్ఆక్సైడ్ సోడియమ్ సల్ఫోస్టానేట్గా మారును. దీనిని నీటిలో కరగించి ద్రావణము గావించవచ్చును. (vi) ఫ్లోరైడ్లను గాఢసల్ఫ్యూరిక్ఆసిడ్ సల్ఫేట్లుగా మార్చి ఈ సల్ఫేట్లు అద్రావ్యములైనచో రెండవ ప్రక్రియచే ద్రావణము గావించవలెను. (vii) క్రోమియమ్ ట్రైఆక్సైడ్ - క్రోమేట్ ఖనిజము: సోడియమ్కార్బొనేట్, పొటాసియమ్ నైట్రేట్ మిశ్రముతో ద్రవ్యమును వేడిచేసి కరగించవలెను. చల్లారిన తరువాత నీటిలోకరగించి ద్రావణమును సాధించవచ్చును. (viii) గాఢకాస్టిక్ద్రావణముతో మరగించి క్లిష్టసైనైడ్లను ద్రావణీకరించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియలో ఆసిడ్గణము సోడియమ్లవణముగాను ; దానితో ఇదివరకుకలిసియున్న థాతువు హైడ్రాక్సైడ్గాను మారును. ఈద్రావణము లోనికి కార్బన్డైఆక్సైడ్ను పంపించినచో, థాతు కార్బొనేట్ అవక్షేపముగా దిగును. దీనిని వడపోసి, కడిగి విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్లో కరగించి ద్రావణమును సిద్ధముచేయవచ్చును.

అయన్ల పరీక్ష : ఇందు సుమారు 25 థాతుఅయన్లను గుర్తించవలసియుండును. ఈ థాతు అయన్లన్నియు వాటి నైట్రేట్లవణరూపమున ద్రావణములో విలీనమై ఉన్నవనుకొని ప్రక్కపుట (694)లోని గణవిభాజక ప్రక్రియను ఉపయోగించవచ్చును.

తరువాతిభాగము ఆసిడ్అయన్ల పరీక్ష. దీనికిముందు ఆ అయన్లను అన్నిటిని సోడియమ్లవణములుగా మార్చి వాటిని ద్రావణస్థితిలోనికి తీసికొని రావలయును. ఇందులకు ద్రవ్యమును గాఢసోడియమ్కార్బొనేట్ ద్రావణములో మరగించి వడపోయుదురు. ఈప్రక్రియలో థాతుఅయన్లు కార్బొనేట్లుగా అవక్షిప్తములై పైకితొలగును. ఆసిడ్ అయన్లు వాటిసోడియమ్ లవణరూపమున వడపోయగా వచ్చిన ద్రావణములో ఉండును. ఈ ద్రావణమందుండు సోడియమ్ కార్బొనేట్, తరువాతిప్రక్రియలకు అడ్డుతగులును. కనుక దీనిని నైట్రిక్ ఆసిడ్లతో తొలగించవలయును.

ఆసిడ్ అయన్లపరీక్షకు బేరియమ్క్లోరైడ్ద్రావణము, సిల్వర్ నైట్రేట్ద్రావణము రెండు ముఖ్యసాధనములు. ఈ ద్రావణములను పైనిచెప్పినట్లు సిద్ధముచేసిన ఆసిడ్ అయన్ ద్రావణమునకు ప్రత్యేకముగా చేర్చినపుడు లభ్యమైన అవక్షేపములను పట్టి, వాటి రంగులపట్టి ఆసిడ్ అయన్లను క్రిందివిధమున ఆరు తరగతులుగా విభజించవచ్చును.

మొదటి తరగతి: వీటి సిల్వర్లవణములు నీటిలో కరగవు; కాని వీటి బేరియమ్లవణములు నీటిలో కరగును (క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్, అయొడైడ్, ఫెర్రోసైనైడ్, సల్ఫోసైనైడ్, హైపోక్లోరేట్ అయన్లు).

రెండవ తరగతి: వీటి సిల్వర్లవణములు నీటిలో కరగవు; కాని, నైట్రిక్ఆసిడ్లో కరగును. వీటి బేరియమ్ లవణములు నీటిలో కరగును. (సల్ఫైడ్, నైట్రైట్, ఆసిటేట్, సైనైట్, హైపోఫాస్ఫైట్ అయన్లు).

మూడవ తరగతి: వీటి సిల్వర్ లవణములు రంగులేనివి, నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును బేరియమ్‌లవణములు నీటిలో కరగవు. కాని నైట్రిక్ ఆసిడ్ లలో కరగును. (సల్ఫైట్ లు, ఫాస్ఫైట్ లు, కార్బొనేట్ లు, ఆక్సలేట్ లు, అయొడేట్ లు, బోరేట్ లు, టార్ట్రేట్ లు, సిట్రేట్ లు, మెటాఫాస్ఫేట్ లు, పైరోఫాస్ఫేట్ లు).

నాలుగవ తరగతి: వీటి సిల్వర్ లవణములకు రంగు ఉండును. నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును. బేరియమ్ లవణములు నైట్రిక్ ఆసిడ్ లో కరగును (ఫాస్ఫేట్ లు, ఆర్సెనేట్ లు, ఆర్సెనైట్ లు, తయోసల్ఫేట్ లు, క్రోమేట్ లు, పెర్ అయోడేట్ లు).

ఐదవ తరగతి: సిల్వర్ లవణములు, బేరియమ్‌లవణములుకూడ నీటిలో కరగును (నైట్రేట్ లు, క్లోరేట్ లు, పెర్ క్లోరేట్ లు).

ఆరవ తరగతి: వీటి సిల్వర్ లవణములు నీటిలో కరగును. బేరియమ్ లవణములు, నైట్రిక్ ఆసిడ్ లోకూడ కరగవు (సల్ఫేట్, ఫ్లోరైడ్, సిలిసీఫ్లోరైడ్).

సిద్ధముచేసిన ఆసిడ్ అయన్ ద్రావణమును రెండు భాగములుగా విడదీసి అందొకదానికి బేరియమ్ క్లోరైడ్, రెండవ దానికి సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణములను చేర్చి పరీక్షించుట వలన, పరీక్ష్యఅయన్ ఏతరగతికి చెందినదో నిశ్చయించ వచ్చును. తరువాత విశిష్టప్రక్రియలను ఉపయోగించి అయన్‌ను ప్రత్యేకముగా గుర్తించవచ్చును.

సూక్ష్మ (మైక్రో) గుణాత్మక విశ్లేషణ విధానము, ఏ రాసాయనికవిధానమునకును, అలవిగానంత సూక్ష్మ రాశిలోనున్న ద్రవ్యమును దానివర్ణమాలపరీక్షచే గుర్తించ వచ్చును. ఒక మిల్లీగ్రాములో లక్షవవంతు సోడియమ్ ధాతువును వర్ణమాలలో దాని పసుపుగీతచే గుర్తుపట్ట వచ్చును. ఇట్లే గాలిలో అయిదులక్షల భాగములలో ఒక భాగముగానున్న అపురూపవాయువు నీయాన్‌ను - దాని వర్ణమాలయందు రేఖలచే గుర్తించవచ్చును.

అనేకద్రవ్యముల విచూషణవర్ణమాలలు వాటి సూక్ష్మ రాశులను గుర్తించుటకు ఉపయోగించును. ఉదాహరణములు: కాపర్ సల్ఫేట్, రక్తమందుండు హెమోగ్లోబిన్ అను శోణవర్ణద్రవ్యము.

సూక్ష్మరాశిపరీక్షకై కేవలరాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులు ఇటీవల విస్తరించబడినవి. ఈ విధానమున ప్రధానముగా

ద్రావణము* + విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్

<table>
<tr><td rowspan="5">$అ_1$<br>క్లోరైడ్ లు<br>$Ag^{+}$, $Pb^{++}$<br>$(Hg_2)^{++}$<br>వర్గము I</td><td colspan="5">$ద్రా_1$, మరగించి + హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువు (ద్రావణము సంతృప్తమగు వరకు)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">$అ_2$, సల్ఫైడ్ లు<br>(A) క్షార సల్ఫైడ్ లు<br>$Pb^{++}$, $Hg^{++}$,<br>$Cu^{++}$, $Bi^{+++}$,<br>$Cd^{++}$<br>(B) ఆసిడ్ సల్ఫైడ్ లు<br>$As^{+++}$, $Sb^{+++}$,<br>$Sn^{++}$<br>వర్గము II</td><td colspan="4">$ద్రా_2$ + అమోనియమ్ సల్ఫైడ్ (ఎక్కువగా అనగా పైనిచేర్చిన ఆసిడ్ రద్దగువంతవరకు)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$అ_3$<br>(A) హైడ్రాక్సైడ్ లు<br>$Al(OH)_3$,<br>$Cr(OH)_3$<br>(B) సల్ఫైడ్ లు<br>$Fe^{++}$, $Zn^{++}$,<br>$Mn^{++}$, $Ni^{++}$,<br>$Co^{++}$<br>వర్గము III</td><td colspan="3">$ద్రా_3$, మరగించి $H_2S$ ను వెళ్ళగొట్టి + అమోనియా + అమోనియా క్లోరైడ్ + అమోనియా కార్బొనేట్</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$అ_4$ కార్బొనేట్ లు<br>$Ba^{++}$, $Sr^{++}$<br>$Ca^{++}$<br>వర్గము IV</td><td colspan="2">$ద్రా_4$ ఇగురపెట్టి మిగులును కాల్చి అమోనియా లవణములను పారద్రోలి నీటిలో కరగించి రెండు భాగములు చేయవలెను.</td></tr>
<tr><td>ఒక భాగమునకు + సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్ ద్రావణము + అమోనియా $MgNH_4PO_4$ అవక్షేపము</td><td>రెండవ భాగము $Na^{+}$, $K^{+}$ లకు పరీక్షించవలెను. జ్వాలపరీక్షలో $Na^{+}$ పసుపు రంగు $K^{+}$ ఊదారంగు కనబడును.</td></tr>
</table>

* ఈద్రావణములో క్రింది ధాతుఅయన్‌లన్నియు ఉన్నవని కొనవలెను. $Ag^{+}$, $Pb^{++}$, $(Hg_2)^{++}$ ; | $Hg^{++}$, $Cu^{++}$, $Bi^{+++}$, $Cd^{++}$, $As^{+++}$, $As^{+++++}$, $Sb^{+++}$, $Sb^{+++++}$, $Sn^{++}$, $Sn^{++++}$ | $Al^{+++}$, $Cr^{+++}$ | $Fe^{++}$, $Zn^{++}$, $Mn^{++}$, $Ni^{++}$, $Co^{++}$ | $Ba^{++}$, $Sr^{++}$, $Ca^{++}$, $Mg^{++}$ | $K^{+}$, $Na^{+}$, $(NH_4)^{+}$

పై పట్టికలో (+) అనునది ద్రావణము చేర్చుటకు గుర్తు; అడ్డగీత వడపోతకు సూచన; 'అ' అనగా అవశేషము; 'ద్రా' అనునది వడపోయగా దిగిన ద్రావణము.

పరీక్ష్యద్రవ్యములకు ఉచితమగుద్రవ్యములను చేర్చినపుడు జనించు (1) రంగులను, (2) అవక్షేపములను పరిశీలించుట వలన తొలిద్రవ్యములను గుర్తింతురు. ఈ పరీక్షలన్నియు చాల సున్నితములైనవి. ఒక్కొక్కద్రవ్యమును గుర్తించుటకు విశిష్టవిధానములు విస్తరింపబడినవి. ఉదా: 100 లక్షల ఘనసెంటీమీటరుల నీటిలో కరగియున్న ఒక గ్రాము రాగిని, అల్కహాలిక్ హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ గ్వైయాకమ్‌బంక పైరిడిన్ ద్రావణములో కరగించగా వచ్చిన ద్రావణము ఈ రెండింటి మిశ్రమును ఆ నీటితో చేర్చినచో నీలిరంగు ఏర్పడుటవలన రాగిని గుర్తించనగును. ఇరువదిలక్షలపాళ్ల నీటిలో ఒకపాలున్న బంగారమును ఆర్తోటాల్విడీన్ చేర్చినప్పుడు కలుగు పసుపురంగు వలన గుర్తించవచ్చును. అల్లే ఇరువదిలక్షలపాళ్ల మొత్తపు గాలిలోనున్న ఒకభాగము హైడ్రోసైనిక్‌ఆసిడ్ అను విషవాయువును ఆర్తోటాల్విడీన్, ఆసిటిక్ ఆసిడ్, కాపర్ ఆసిటేట్ ద్రావణముల మిశ్రముతో (నీలిరంగు) గుర్తించవచ్చును. ఇట్లే చాల ద్రవ్యములకు ఒక్కొక్కశోధక ద్రవ్యముచొప్పున శోధకక్రియలు జరుపనగును.

సూక్ష్మపరిమాణాత్మక రాసాయనిక విశ్లేషణపద్ధతులు 1910 నుండి విస్తరింపబడినవి. గ్రాజ్ యూనివర్సిటీకు చెందిన ఫ్రిట్జ్ ప్రెగల్ ఇందుకు మార్గదర్శకుడు. హాంబర్గ్ యూనివర్సిటీకి చెందిన డబ్ల్యు. ఎచ్. కాఫ్‌మన్‌చే సృజించబడిన సూక్ష్మతులాయంత్రముచే అతిసూక్ష్మద్రవ్య విశ్లేషణము సాధ్యమైనది. ఈ సూక్ష్మతుల 20 గ్రాములు మొదలు మిల్లీగ్రాములో మూడువేలవ వంతు వరకు తూచగలదు.

భార నిర్ణయ విశ్లేషణము: మామూలుగా జరిపించు భార నిర్ణయ విశ్లేషణమునందు దిగువచెప్పిన వేరువేరు క్రియలు అవసరము. నియతరాశిద్రవ్యమును నిశితముగా తూచి నీటిలో కరగించవలయును.

పరీక్ష్యద్రవ్యములో నిర్ణయించవలసిన ఘటకమునకు ద్రావణస్థితిలో అనుకూలమైనపరీక్షకద్రావణమును చేర్చి అవక్షేపించవలెను. ఈ అవక్షేపమును వడపోసి శుద్ధ జలముతో కడిగి ఉచితరీతిని నిరార్ద్రముగాచేసినతరువాత తూచవలెను. కొన్ని సందర్భములలో అవక్షేపణక్రియ ఉష్ణద్రావణములలో జరిగించవలసి ఉండును. మరికొన్ని శీతద్రావణములలో నడపవలయును. కొన్నిపక్షములలో వడపోతకార్యము వెంటనే జరుగవచ్చును. మరికొన్నిట విలంబముగా జరిపించవలెను.

వడపోత ఎట్లు జరిపినను అవక్షేపముతోపాటు, వడపోత పరికరమును కూడ వేడిచేయవలెను: వడపోత కాగితమును వాడుక చేసినపుడు మాత్రము అవక్షేపమును కాగితము నుండి విడదీయకుండగాని, లేదా విడదీసినగాని యథోచితముగా కాగితమును కాల్చి భస్మముచేయుదురు.

అవక్షేపమును తూచు సందర్భమున వడపోత కాగితపు బూడిదబరువును, మొత్తపుభారమునుండి మినహాయించి అవక్షేపభారమును నిర్ణయించవలెను.

పైనివివరించిన భారమితీయవిశ్లేషణపద్ధతికి ఉదాహరణము ఒకటి ఇచ్చట వివరింపబడును.

వెండి నాణెములో* ఎంతభాగము వెండి ఉన్నదో నిర్ణయించవలసిఉన్నది. అందుకు సుమారు 0·2564 గ్రాము నాణెమును తీసికొని ఒకపింగాణీపాత్రలో ఉంచి దానిని తగినంత విలీననైట్రిక్‌ఆసిడ్‌లో కరగించినప్పుడు నీలిఆకుపచ్చద్రావణము ఏర్పడును. ఇది రాగిసంపర్కమువలన వచ్చిన రంగు. దానిని తడి పూర్తిగాపోవువరకు ఇగురపెట్టి కొద్దివిశుద్ధజలములో కలియబెట్టి దానికి విలీనహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను కొద్దికొద్దిగా అవక్షేపక్రియ పూర్తియగువరకు చేర్చుచు కలియపెట్టవలెను. అవక్షేపముగాదిగిన సిల్వర్ క్లోరైడ్‌ను కాగితముతో వడపోసి శుద్ధిచేసిన తరువాత బాష్పతాపకములోపెట్టి తడి పూర్తిగానశించువరకు అందులోనే వేడిచేయవలెను. తరువాత అవక్షేపమును కాగితము నుండి, తెలిసిన తూకముగల పింగాణీ మూసలోనికి జాగ్రత్తగామార్చి డెసికేటర్‌లో చల్లారినతరువాత స్థిరభారము ఏర్పడువరకు తూచుచుండవలెను. ఆపైని నాణెములోని వెండిభాగము క్రిందివిధమున తేల్చవచ్చును:

| | | |
|---|---|---|
| తీసికొన్న నాణెపుభారము | = | 0·2564 గ్రాము |
| మూస + మూత + సిల్వర్ క్లోరైడ్ | = | 20·5436 గ్రాములు |
| మూస + మూత | = | 20·2345 గ్రాములు |
| సిల్వర్ క్లోరైడ్ | = | 0·3091 గ్రాము |
| సిల్వర్ క్లోరైడ్ : వెండి : : | | = 143·03 : 107.66 |
| : : | = | 0·3091 : x |
| ∴ వెండిభాగము x | = | 0·2325 గ్రాము |

$$\text{శాతములో } x = \frac{0{\cdot}2325}{0{\cdot}2564} \times 100 = 90{\cdot}68 \text{ అగును.}$$

అనగా, వెండి నాణెములో 90·68% పరిశుద్ధమైన వెండి ఉన్నది.

ఇట్లే ప్రతిధాతువునకు, లవణములోనుండు ఆమ్లగణమునకు భారనిర్ణయ పద్ధతులు విస్తరింపబడినవి. వాటిలో కొన్ని ప్రక్కపుట (696) లో ఈయబడినవి:

* వెండి నాణెములు సాధారణముగా రాగితో కరగిచేయుదురు.

| గణము | అవక్షేపరూపము |
|---|---|
| బేరియమ్‌ధాతువు | బేరియమ్‌సల్ఫేట్ ($BaSO_4$) |
| కాల్సియమ్ | కాల్సియమ్ ఆక్సలేట్ ($CaC_2O_4$) |
| మగ్నీషియమ్ | మగ్నీషియమ్‌పైరోఫాస్ఫేట్ ($Mg_2P_2O_7$) |
| అల్యూమినియము | అల్యూమినియముఆక్సైడ్ ($Al_2O_3$) |
| ఇనుము | ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్ ($Fe_2O_3$) |
| రాగి | కాపర్ ఆక్సైడ్, లేదా క్యూప్రస్‌సల్ఫైడ్ ($CuO$, $Cu_2S$) |
| సీసము | లెడ్‌సల్ఫేట్ ($PbSO_4$) |
| తగరము | స్టానిక్ ఆక్సైడ్ ($SnO_2$) |

భారనిర్ణయవిశ్లేషణప్రక్రియలు నిశితముగా నిర్వహించుటకు గమనించ వలసిన ముఖ్యవిషయములు : 1. వడపోత కాగితముకు అంటుకొని ఉండు అవక్షేపమును నిశ్శేషముగా మూసలోనికి చేర్చుట కష్టసాధ్యము. అందుచేత తరచుగా కాగితమును మూసలోనే మాడ్చి మసిచేసి అవక్షేపమును తూచుదురు. కొన్ని అవక్షేపములు ఈ ప్రక్రియలో మారవచ్చును. అప్పుడు ఆకాగితపు బూడిదకు అనువగు ఆమ్లమునుచేర్చి అవక్షేపమును కరగించి తరువాత తిరిగి అవక్షేపము గావించి మొదటిదానిని దానికి చేర్చి తూచుదురు ; 2. ఖాళీ పింగాణీ మూసను శుద్ధిచేసి, తడిపోవువరకు వేడిచేసి చల్లారిన తరువాత మూతతోసహా తూచవలెను; 3. అవక్షేపముతో సహా తూచిన మూస యొక్క భారము స్థిరముగా ఉండువరకు దానిని వేడి చేయుచు, చల్లారినతరువాత తూచుచుండవలెను ; 4. వేడి మూసను డెసికేటర్‌లోనే చల్లార నీయవలెను ; 5. వస్తువులను తూచునప్పుడు తులాయంత్రము యొక్క గాజుతలుపు సర్వదా మూసి ఉంచవలెను.

ఆయతనాత్మక విశ్లేషణము : ఏదేని యౌగికముయొక్క నియత ఆయతనములో అది ఎంతయున్నదో తెలిసికొనుటయే, ఈవిశ్లేషణ విధానముయొక్క ముఖ్య ప్రయోజనము. అందుకు ఈవిధానములో ప్రమాణద్రావణములు అవసరము. నియత ద్రావణాయతనములో ఎంత యౌగికముఉన్నదో తెలిసిన, ఆ ద్రావణమునకు ప్రమాణ ద్రావణమని పేరు. ఈ ప్రమాణద్రావణములను ఉపయోగించి పరీక్ష్యద్రావణములోనుండు ద్రవ్యరాశిని నిర్ణయించు విధానమును అంశమాపనము (టిట్రేషన్) అందురు.

ఆయతనాత్మకవిధానమునకు ఉచితమయిన పరిస్థితులు మూడుఉన్నవి: 1. విధానమునకు ముఖ్యాంగమగు రాసాయనికప్రక్రియ మిక్కిలివేగముగా జరుగవలయును; 2. ఈ ప్రక్రియలో పాల్గొను రాసాయనిక ద్రవ్యముల మధ్య రాసాయనికకార్యము సంపూర్ణముగా, వాటి రాసాయనిక తుల్యభార నిష్పత్తిలో జరుగవలెను. అప్పుడే విశ్లేషణ కార్యఫలితములను యథార్థముగా గణించుటకు అవకాశము ఉండును ; 3. నిశితముగా తెలిసిన యథార్థ అణుసాంద్రతగల పరీక్షక ద్రవ్యద్రావణమును తయారు చేయుటకు అవకాశము ఉండవలెను.

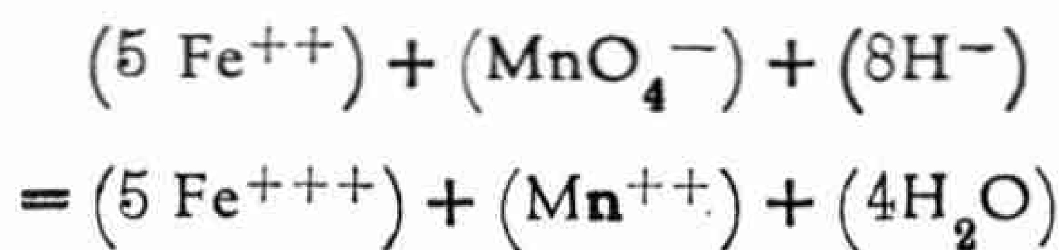
అంశమాపన క్రియాసమాప్తి నిశితముగా గుర్తించుటకు వీలుగా ఉండవలయును. ప్రక్రియలలో పాల్గొనెడి ద్రావణముల రంగులు మారుటయే క్రియాసమాప్తిని తెలుపును. సూచకద్రవ్యములను చేర్చుటచే రంగులు మారును. ద్రావణములోనున్న ద్రవ్యరాశిని నిర్ణయించుటకు కొలమానము కావలెను. రాసాయనికముగా సంయోగించు రెండు యౌగికములలో ఒకదానిని మానముగా ఉపయోగించి రెండవదానిరాశి కనుగొనవచ్చును.

ప్రమాణ ద్రావణములు : ఒక లీటరు ద్రావణములో ఒక తుల్యభారము* యౌగికము విలీనమైనపుడు ఆద్రావణమునకు ఏకప్రమాణ (నార్మల్) ద్రావణమనియు, రెండు తుల్యభారములకు సమానమైనభారమున్నపుడు ద్విప్రమాణము (2 నార్మల్) అనియు, సగము తుల్యభారమే ఉన్నపుడు అర్ధప్రమాణము (హాఫ్‌నార్మల్) అనియు వ్యవహరింతురు. ఇట్లే ప్రమాణద్రావణబలమును, తుల్యభార గుణిజముగాగాని, అంశముగాగాని నిరూపించవచ్చును.

యౌగికముయొక్క తుల్యభారము అది పాల్గొనెడి రాసాయనికప్రక్రియనుపట్టి వేర్వేరు విలువలను కలిగి ఉండవచ్చును. ఉదాహరణము : ఇనుము హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగి హైడ్రోజన్ ఏర్పడుప్రక్రియలో ప్రతిఇనుము పరమాణుభారమును రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణుభారములను ఆమ్లమునుండి వెడలకొట్టును. ఈప్రక్రియలో ఇనుము యొక్క తుల్యభారము దాని పరమాణు భారములో సగము $\left(\frac{55.85}{2}\right)$ ; అనగా దానిపరమాణుభారము రెండు తుల్యభారములకు సమానము. ఈఇనుమే ఆమ్లపరిసరము లందు అయన్‌రూపమున పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ వంటి యౌగికముచే ఆక్సీకరింపబడినపుడు దాని తుల్యభారము పరమాణుభారమే అగును. ఏలన ఒక అణు

* తుల్యభారము : హైడ్రోజన్ పరమాణు భారమునకు రాసాయనికముగా తుల్యమైన యౌగికముయొక్క భారమునకు లేదా హైడ్రోజన్ యౌగికమునందేయున్నప్పుడు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణుభారము గల యౌగికము యొక్క రాశికి తుల్యభారమనిపేరు.

భారము పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ఐదు పరమాణు భారముల హైడ్రోజన్‌ని ఆక్సీకరించగలదు ; అట్లే ఐదు పరమాణుభారముల ఇనుమును ఫెర్రస్ అయన్ స్థితినుండి ఫెర్రిక్ అయన్‌స్థితికి ఆక్సీకరించగలదు :



$$(5\ Fe^{++}) + (MnO_4^{-}) + (8H^{-})$$
$$= (5\ Fe^{+++}) + (Mn^{++}) + (4H_2O)$$

అందువలన 5 ఫెర్రస్‌అయన్‌లు 5 హైడ్రోజన్ పరమాణువులకు రాసాయనికముగా తుల్యము. కనుక ఒకఫెర్రస్ అయన్ ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుకు తుల్యము. నిర్వచన ప్రకారము ఫెర్రస్‌అయన్ భారమే దానితుల్యభారము (55·85) అగును.

ఆయతనాత్మకవిశ్లేషణమునందు ఉపయోగించవలసిన మానపరికరములవర్ణన, వాటి ఉపయోగములు వివరముగా క్రింద పేర్కొనబడినవి ;

1 వ పటము 2 వ పటము 3 వ పటము 4 వ పటము 5 వ పటము 6 వ పటము

ఆయతనమాపక పరికరములు

ఇవి 1. కొలకుప్పె, 2. కొలజాడీ (చూ. 1 వ, 2 వ పటములు), 3. పిప్పెట్టు (చూ. 5 వ, 6 వ పటములు), 4. బ్యూరెట్టు (చూ. 3 వ, 4 వ పటములు) అని నాలుగు రకములుగా నున్నవి.

రాశి నిర్ణయము చేయవలసిన ద్రవ్యమును పరీక్ష్య ద్రవ్యము అందురు. రాశి నిర్ణయమును చేయు సాధన ద్రవ్యమును పరీక్షకద్రవ్యము అందురు. ఉదా : ద్రావణములో నున్న ఆమ్లరాశిని నిర్ణయించ వలెననిన విదితాంకసాంద్రతగల క్షారద్రావణమును ఒకదానిని తీసికొనవలయును. ద్రావణములోనున్న క్షారరాశిని నిర్ణయించవలెననిన ఆమ్లప్రమాణద్రావణమును ఉపయోగించవలెను. ఆయతనాత్మక విశ్లేషణ విధానములు : 1. ఆమ్ల, క్షారమితి (ఆసిడిమెట్రీ & అల్కలిమెట్రీ); 2. ఆక్సిడిమెట్రి; 3. అవక్షేపణము (ప్రెసిపిటేషన్ మెతడ్) అని మూడురీతుల నున్నవి.

ఆమ్లమితి, క్షారమాపక ప్రమాణద్రవ్యములకు ఉండవలసినగుణములు : (1) ఆద్రవ్యము సులభముగా శుద్ధమైన స్థితిలో తయారు చేయుటకు వీలైనదిగా ఉండవలెను ; (2) సాధారణ తాపక్రమములోగాని, 110°C - 120°C కు

వేడిచేసినప్పుడుగాని అది గాలిలో మారకూడదు. అనగా ద్రవ్యము నీటిఆవిరిని పీల్చుటగాని, వదలివేయుటగాని జరుగకూడదు. ఇందువలన స్ఫటికజలముకల ద్రవ్యములు నిషిద్ధములు; (3) సాధారణ తాపక్రమములవద్ద సైతము అంశమాపకక్రియ జరుగుటకు వీలగునట్లు నీటిలోగాని, ఆల్కహాల్‌లోగాని ధారాళముగా కరగునదిగా ఉండవలయును; (4) తూచుటలో సంభవించు చిన్న ప్రమాదములవల్ల ఫలితములో ఎక్కువ తప్పు రాకుండుటకు ద్రవ్యముయొక్క అణుభారము పెద్దదిగా ఉండవలయును; (5) అంశమాపనసమయమందు ప్రధాన ప్రక్రియకు అడ్డు తగులు కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌వంటి వాయువులను జనింపచేయునదిగా ఉండకూడదు; (6) అంశమాపనమునకు పూర్వముగాని, తరువాతగాని ద్రవ్యముయొక్క రంగు మారకూడదు. అంశమాపక కార్యఫలితముగానే రంగు మారవలయును.

ఈగుణములన్నియు సంపూర్ణముగా ఏప్రమాణద్రవ్యమునందును లేవు.

క్రిందిపట్టికలో అమ్లక్షారమాపకప్రమాణ ద్రవ్యములుగా వాడతగిన కొన్ని యౌగికముల లోపములు సూచింపబడినవి.

**అమ్లమితి ప్రమాణక్షారములు**

| ప్రమాణక్షారములు | తుల్యభారములు | దోషములు |
|---|---|---|
| 1. సోడాకార్బొనేట్ ($Na_2CO_3$) | 53 | 5 |
| 2. వెలిగారము ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) (బోరాక్స్) | 191 | 2 |
| 3. ఐస్లాండ్‌స్పార్ (కాల్సియమ్ కార్బొనేట్) ($CaCO_3$) | 50 | 3.5 |

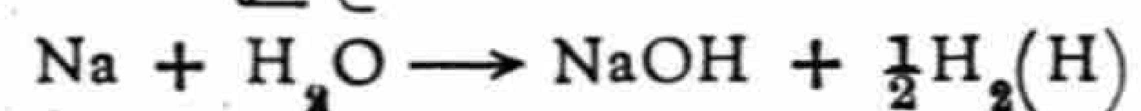
**క్షారమితి ప్రమాణఅమ్లములు**

| ప్రమాణక్షారములు | తుల్యభారములు | దోషములు |
|---|---|---|
| 1. ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ $(COOH)_2, 2H_2O$ | 63 | 1,2,4 |
| 2. సక్సినిక్ ఆసిడ్ $(CH_2.COOH)_2$ | 59 | 3,4 |
| 3. బెంజోయిక్ ఆసిడ్ ($C_6H_5COOH$) | 122 | 2,3 |
| 4. పొటాసియమ్ఆసిడ్ థాలేట్ ($KHC_8H_4O_4$) | 204 | |

అమ్లముతో ప్రతికరించునపుడు కార్బన్ డైఆక్సైడ్ వాయువును విడుదలచేయు ద్రవ్యమైనప్పటికిని సోడియమ్ కార్బొనేట్ లవణము ప్రమాణద్రవ్యముగా తరుచుగా వాడుకలో నున్నది. క్షారమాపకప్రమాణ ద్రవ్యములలో 4 వది అయిన పొటాసియమ్ఆసిడ్‌థాలేట్ ప్రమాణమాపక ద్రవ్యమునకు ఉండవలసినగుణములన్నిటిని ఇంచుమించు సాకల్యముగా కలిగి ఉన్నది. దీనిని 1915 లో 'ఫ్రాన్సిస్ డి. డాడ్జ్' అను యునైటెడ్‌స్టేట్స్ రాసాయనికుడు క్షారమాపక ప్రమాణ ద్రవ్యముగా నిరూపించెను.

ఉదా: ఒక ద్రావణమునందున్న ఆసిడ్‌యొక్క రాశిని నిర్ణయించుటకు సోడియమ్ కార్బొనేట్ యౌగికమును యోగ్యమైన మానద్రవ్యముగా తీసికొనవచ్చును. దాని తుల్యభారము అణుభారములో సగము.

అనగా సోడియమ్ మూలద్రవ్యము నీటితో ప్రతికరించినపుడు ప్రతి సోడియమ్ పరమాణుభారమునకు ఒక పరమాణు భారము హైడ్రోజన్ విడివడును:



$$Na + H_2O \longrightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2(H)$$

అందువలన సోడియమ్ కార్బొనేట్ అణుభారము 106 లో సగము 53 దాని తుల్యభారము అగును.

సోడియమ్ కార్బొనేట్ ప్రమాణ ద్రావణమును తయారు చేయుటకు 53 గ్రాముల కార్బొనేట్‌ను కచ్చితముగా తూచి, 1000 ఘనసెంటీమీటరులు ఆయతనముగల కొలకుప్పెలో ఉంచి శుద్ధమైన నీటిలో కరగించవలెను. నిర్వచన ప్రకారము లీటరు ద్రావణములో ఒక తుల్యభారము యౌగికము ఉన్నది గనుక, అది ప్రమాణద్రావణమే అగును.

కాని అనుభవములో తుల్యభారమును కచ్చితముగా తూచుట సుకరముకాదు. అందువలన తుల్యభారమునకు ఉజ్జాయింపుగా సరిపోవు ద్రవ్యమును యథార్థముగా తూచి కుప్పెలో ఉంచి ద్రావణమును తయారు చేయవలెను. తుల్యభారమునకు హెచ్చుతగ్గుగానున్న ద్రవ్యరాశి విలీనమైయున్న ద్రావణమునకు మానద్రావణము అని పేరు. తయారు చేయుటకు సుకరమగుటచే ప్రమాణద్రావణములకన్న మానద్రావణములే హెచ్చు ఉపయోగ్యములు.

ఉదా: సోడియమ్ కార్బొనేట్ యొక్క మానద్రావణమును చేయుటకు 50.35 గ్రాములు ద్రవ్యమును కొలకుప్పెలో తీసికొని దానిని నీటిలో కరగించి, గీతవరకు నీటితో నింపినపుడు ఒక లీటరు ద్రావణము తయారగును. కాని ఇందులో తుల్యభారము కంటె 2.65 గ్రాములు సోడియమ్ కార్బొనేట్ తక్కువగా ఉన్నది. అందుచే ఇది ప్రమాణద్రావణము కాదు మానద్రావణమే అగును.

తుల్యభారములో అనగా ప్రమాణ ద్రావణములో మాన ద్రావణాంశము $\frac{50.35}{53} = 0.95$ అని తేలినది. ఈ అంకెకు ప్రమాణతాగుణకము (నార్మలిటీ ఫాక్టర్) అని పేరు. దానికి N అని గురుతు. లీటరు ప్రమాణద్రావణములో ఉండవలసిన భారము తుల్యభారము గనుక దానిని 'E' అనియు, వాస్తవికముగా ద్రావణములోనున్న భారము 'W' అనియు గుర్తించినచో $\frac{W}{E} = N$ అగును.

అనగా ఏదేని మానద్రావణముయొక్క గుణకము తెలిసినచో దానిలోనున్న వాస్తవిక ద్రవ్యరాశిని కనుగొనవచ్చును. $\frac{W}{E} = N$ కాబట్టి $W = N \times E$ అగును. పై సోడియమ్ కార్బొనేట్, ఉదా: $W = 50{\cdot}35$; $E = 53$; $N = 0{\cdot}95$; $W = N \times E = 0{\cdot}95 \times 53 = 50{\cdot}35$ అగును.

ప్రమాణద్రావణములన్నిటను వాటితుల్యభారములు ఉండును; గనుక అవియన్నియు పరస్పరము రాసాయనికముగా సమానముగా ఉండును. అనగా రెండు ప్రమాణ ద్రావణముల యొక్క సమానఆయతనములు రాసాయనికముగా ఒకదానితోఒకటి దీటగును. అనగా ప్రమాణ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఒక లీటరు ప్రమాణసోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణమును నిశ్శేషముగా తటస్థీకరించును. తుల్యభారములు విలీనమైఉండవు గనుక మానద్రావణముల విషయములో పై సూత్రము వర్తించదు; వాటి ఆయతన నిష్పత్తులు, ప్రమాణతాగుణకములు నిర్ణయించు పద్ధతి క్రింది ఉదాహరణమువలన తెలియనగును.

ఒక మానద్రావణముయొక్క $V_1$ ఘన సెంటీమీటరులు ఇంకొక మానద్రావణముయొక్క $V_2$ ఘనసెంటీమీటరులకు రాసాయనికముగా సమానముగా నున్నవని ప్రయోగము వలన తెలిసినప్పుడు, ఈరెండు మానద్రావణముల ప్రమాణతాగుణకములు $N_1$, $N_2$ అయినచో $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_2}{V_1}$ లేదా $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$ అని చూపవచ్చును.

ఆయతనాత్మక విశ్లేషణవిధానములకు సంబంధించిన లెక్కలు అన్నిటికిని ఈ సమీకరణమే మూలము.

**ఆక్సిజన్ మాపనము:** కొన్ని ఆక్సీకరణ ద్రవ్యములు ద్రావణస్థితిలో ఆక్సీహరణద్రవ్యములతో సంపూర్ణముగా సంయోగించి, వాటిని ఆక్సీకరించును. ఇట్టి ఆక్సీకరణద్రవ్యములలో ముఖ్యమైనవి: పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ($KMnO_4$), పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ అను రెండు లవణములు. ఇవి ద్రావణ స్థితిలో ఆమ్లయుతములైనపుడు ఆక్సీకరణ ద్రవ్యములుగా ఉపయోగించును.

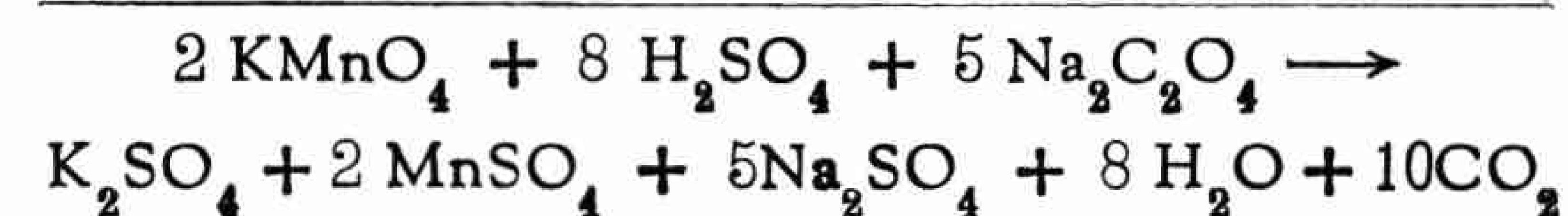
పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ యొక్క అణుభారము 158·03, దీనికి సంబంధించిన ఏ ఆక్సీకరణ ప్రక్రియ యందైనను రెండు అణుభారములు లేదా 316·06 గ్రాముల ద్రవ్యము 5 పరమాణుభారముల ఆక్సిజన్‌ని సరఫరా చేయును.



$$2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 5[O] + 3\,H_2O$$

$H_2O$ అను నీటి సాంకేతికమునందు ఒక పరమాణు భారము ఆక్సిజన్ రెండు పరమాణు భారములు హైడ్రోజన్‌కి సమానము. ఈ సమీకరణమునందలి ఐదు పరమాణుభారముల ఆక్సిజన్ యు, పది హైడ్రోజన్ పరమాణుభారములకు సమానము. తుల్యభార నిర్వచన ప్రకారము ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణు భారమునకు రాసాయనికముగా సమానమైన ద్రవ్యము తుల్యభారము అగును. గనుక 316·06 గ్రాములలో 10వ వంతు అనగా 31·606 గ్రాములు పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ దాని తుల్యభారము అగును. కాని కొన్ని కారణముల వలన ఈ మొత్తమును కచ్చితముగా తూచి పెర్మాంగనేట్ ప్రమాణద్రావణమునుగాని, మానద్రావణమునుగాని తయారుచేయుట పొసగదు.

అందుచేత ప్రాథమిక ప్రమాణముగా తీసికొనదగిన ఆక్సీహరణ ద్రవ్యముతో ప్రమాణ ద్రావణమును తయారుచేసి, దానిని ఉపయోగించి పెర్మాంగనేట్ ద్రావణము యొక్క ప్రమాణతాగుణకమును నిర్ణయించవలెను. ఇందుకు సోడియమ్ ఆక్సలేట్ లవణము ($Na_2C_2O_4 = 137$ అణుభారము)ను ప్రాథమికమానముగా తీసికొనవచ్చును.



$$2\,KMnO_4 + 8\,H_2SO_4 + 5\,Na_2C_2O_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 5Na_2SO_4 + 8\,H_2O + 10CO_2$$

రెండు అణుభారముల పెర్మాంగనేట్ ఐదు అణుభారముల సోడియమ్ ఆక్సలేట్‌ను, ఆక్సీకరించగలదని పై సమీకరణము తెలుపును. రెండు అణుభారముల పెర్మాంగనేట్ పది తుల్యభారములు గలది కనుక ఐదు అణుభారముల సోడియమ్ ఆక్సలేట్‌లో పదియవవంతు లేదా అణుభారము సోడియమ్ ఆక్సలేట్‌లో సగము దాని తుల్యభారము అగును.

$$Na_2C_2O_4 = 137, \quad \frac{Na_2C_2O_4}{2} = \frac{137}{2} = 68{\cdot}5$$

ఆక్సీకరణ విధానములో ప్రమాణద్రావణములు చాల బలవత్తరములగుటచే తుల్యభారములో దశాంశము మాత్రముగల ప్రమాణద్రావణములను ఉపయోగింతురు. కావున సోడియమ్ ఆక్సలేట్ యొక్క ప్రమాణద్రావణమును తయారు చేయుటకు సుమారు 6·85 గ్రాములు మాత్రము ఉపయోగించి మానద్రావణ గుణకమును గుణింతురు.

ఈ మానద్రావణమును ఉపయోగించి అంశమాపనముచే పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణముల గుణకములను నిర్ణయించవచ్చును. 25. ఘ. సెం. మీ. సోడియమ్ ఆక్సలేట్ మానద్రావణమును బీకరులో తీసికొని దానికి

సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను చేర్చి 70° C పరిమితికి వేడిచేసిన తరువాత పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును మెల్లగా బ్యూరెట్టునుండి జారవిడువవలెను. పెర్మాంగనేట్ రంగు పూర్తిగా పోవుటకు ఆరంభించి క్రమేణ కొంత సేపటికి నశించుట జరిగి చివరచుక్క ద్రావణమునకిచ్చు రంగు మారక నిలకడగ ఉండును. క్రియాపూర్తికి ఇదియే సూచన.

ఇట్టి మూడు ప్రయోగముల ఫలితములు తీసికొన్న ఆక్సలేట్ ద్రావణముయొక్క ఆయతనము 25 ఘ.సెం.మీ.

| ప్రయోగము | బ్యూరెట్టు తొలిసూచన | బ్యూరెట్టు చివర సూచన | విడచిన ఆయతనము |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 25.15 | 25.15 |
| 2 | 0 | 25.05 | 25.05 |
| 3 | 0 | 25.10 | 25.05 |
| ... | ... | ... | ... |
| | | సగటు | 25.10 |

25 ఘ.సెం.మీ. సోడియమ్ ఆక్సలేట్‌నకు 25.10 ఘ.సెం.మీ. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ సమానము.

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$N_1$ సోడియమ్ ఆక్సలేట్ గుణకముగా తీసికొనినచో

$$25 \times 0.954 = 25.10 \times N_2$$

$$N_2 = \frac{25 \times 0.954}{25.10} = 0.9499$$

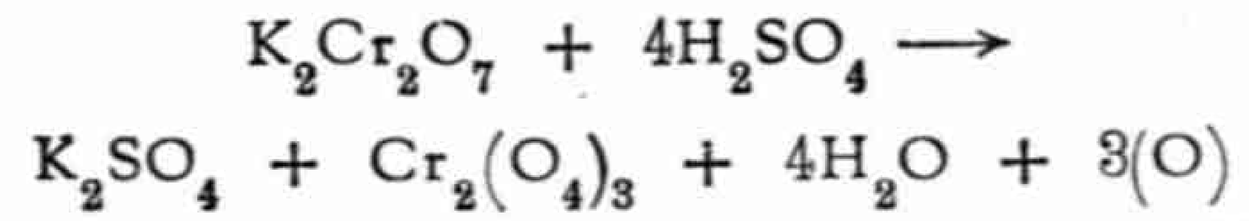
పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును సోడియమ్ ఆక్సలేట్‌తోనే కాక ఇనుము ధాతువుతోకూడ అంశమాపనము చేయవచ్చును. శుద్ధమైన ఇనుము దొరకినచో ఈ విధానము చాల నిశితఫలములను ఇచ్చును.

అంశమాపితమైన పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును అనేక ఆక్సీహరణ ద్రవ్యములయొక్క రాశులను నిర్ణయించుటకు మానద్రావణముగా వాడుకచేయవచ్చును. అట్టి ద్రవ్యములు కొన్ని క్రింద తెలుపబడినవి :

1. ఫెర్రస్‌సల్ఫేట్–ద్వియోజనీయ ఇనుము.
2. ఫెర్రిక్‌సల్ఫేట్–త్రియోజనీయ ఇనుము.
3. ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్–లేదా కాల్సియమ్ ఆక్సలేట్.
4. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్.

పెర్మాంగనేట్ మానపద్ధతుల ఉపయోగమును తెలిపెడి ప్రయోగము క్రింద వివరించడమైనది.

పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ($K_2Cr_2O_7$): ఇది అణుభారమునకు మూడుపరమాణుభారముల చొప్పున ఆక్సీహారణద్రవ్యములకు ఆక్సిజన్‌ని సరఫరాచేయును :



$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(O_4)_3 + 4H_2O + 3(O)$$

అందువలన పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ అణుభారములో ఆరు తుల్యభారములు ఉన్నవి.

$$\text{దీని తుల్యభారము} = \frac{\text{అణుభారము}}{6} = \frac{294.22}{6} = 49.037$$

అగును. ఇచ్చటకూడ దాశమిక $\left(\frac{N}{10}\right)$ ప్రమాణద్రావణములనే ఉపయోగింతురు. గనుక ఈలవణముయొక్క దాశమిక ప్రమాణ ద్రావణమందు లీటరుకు 4.9 గ్రాములు డైక్రోమేట్ ఉండును.

ఈ లవణములతో జరిగించు అంశమాపనము ముఖ్యముగా ఖనిజములలోనున్న ఇనుమును నిర్ణయించుటకు వాడుదురు. ఇనుపఖనిజములకు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ కన్న గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ద్రావకముగా మిక్కిలి సుకరమైనది. కాని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఉన్నప్పుడు పెర్మాంగనేట్ సరియైనఫలితములను ఈయదు. దీనికి కారణము ఇనుముతోపాటు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌కూడ పెర్మాంగనేట్‌చే ఆక్సీకరించబడుట. ఇది ఒకచిత్రమైనసంఘటనము. పెర్మాంగనేట్‌పట్ల విలీన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ఆక్సీహరణ ద్రవ్యముగా ఆచరించదు. కాని ఫెర్రస్ ఇనుముసంపర్కమున, దానితోపాటు ఈ ఆమ్లము కూడ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును ఆక్సీహరించుటలో పాల్గొనును. ఇట్టి ప్రక్రియలకు ప్రేరిత ప్రక్రియలనిగాని, లేదా జంటప్రక్రియలనిగాని పేరు.

ఈకారణమువలన ఇనుము నిజరాశికి కావలసినదాని కంటె ఎక్కువ పెర్మాంగనేట్ వ్యయమగుటవలన అంశమాపనక్రియాఫలితములు యథార్థముగా ఉండవు.

అందువలన ఇనుపఖనిజముల అంశమాపనమునందు పొటాసియమ్‌డైక్రోమేట్ ద్రావణము ఉపయోగపడినట్లు పెర్మాంగనేట్‌ద్రావణము ఉపయోగపడదు.

బాగుగా చూర్ణముచేసి, ఇనుపఖనిజపునియత భారమును గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌నందు వేడిచేసి కరగించవలెను. చివరకు రంగులేనిఇసుక మొదలగుమలినములు మిగిలిపోవు వరకు ఆద్రావణమును మరగనిచ్చి, వేడిగా ఉన్నప్పుడే ఖనిజద్రావణమందలి ఫెర్రిక్ ఇనుమును ఆక్సీహరించవలెను. ఇందుకు తగిన ఆక్సీహరణ ద్రవ్యము స్టానస్‌క్లోరైడ్ ద్రావణము (తగరమును గాఢహైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించినప్పుడు ఏర్పడు ద్రావణము) రెండు, మూడు ఘ. సెం. మీ. స్టానస్‌క్లోరైడ్ ద్రావణమును పిపెట్టులోనికి గ్రహించి మరుగుచున్న ఫెర్రిక్‌ద్రావణమునకు బొట్టు బొట్టుగా కలుపవలెను. ఇదివరకు పసుపు పచ్చగానున్న

ద్రావణము రంగులేకుండ తెల్లగా నైనప్పుడు మరిరెండు బొట్లను చేర్చి ఆపివేయవలెను.

ఈస్థితిలో ద్రావణములోని ఫెర్రిక్ ఇనుము ఫెర్రస్ ఇనుముగా పూర్తిగా ఆక్సీహరించబడి, స్టానస్‌క్లోరైడ్ లవణముమాత్రము మిగిలియుండును. ఈ ఖనిజద్రావణమును పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ ప్రమాణద్రావణముతో అంశమాపనము చేయుటకుముందు, మిగిలియున్న స్టానస్ క్లోరైడ్‌ను తీసివేయవలెను; లేకపోయినచో స్టానస్ క్లోరైడ్‌కూడ కొంత డైక్రోమేట్‌ను ఆక్సీహరించును. ఇందుకు కొద్దిగా మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణమును కలిపి స్టానస్‌క్లోరైడ్‌ను ఆక్సీకరించవలెను.

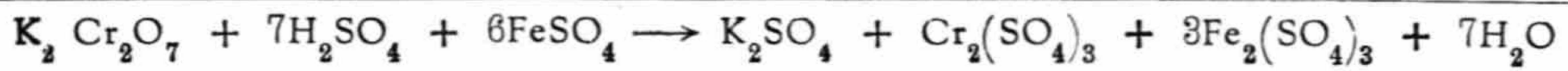


$$SnCl_2 + 2HgCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2$$

ఈసమీకరణప్రకారము స్టానస్‌క్లోరైడ్‌ను మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్ ఆక్సీకరించి తాను మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్‌గా మారును. మర్క్యూరస్ క్లోరైడ్ అవక్షేపముగా ద్రావణములో క్రిందికి దిగిపోవును. మర్క్యూరస్‌క్లోరైడ్ అవక్షేపస్థితిలో ఉండుటచేత ఖనిజద్రావణములను పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్‌తో అంశమాపనము చేసినపుడు, డైక్రోమేట్‌ను ఆక్సీహరించదు. అందువలన అంశమాపనక్రియ జరుగవలసినరీతిని జరుగును. కాని, విషమపరిస్థితిఒకటి తారసిల్లును. అదిఏమన రెండుకారణములవలన డైక్రోమేట్ రంగు పెర్మాంగనేట్ వలె ఆచరించదు. డైక్రోమేట్ ఫెర్రస్ఇనుమును ఆక్సీకరించునపుడు తాను ఆకుపచ్చ రంగుగల క్రోమిక్‌సల్ఫేట్‌గా మారును.

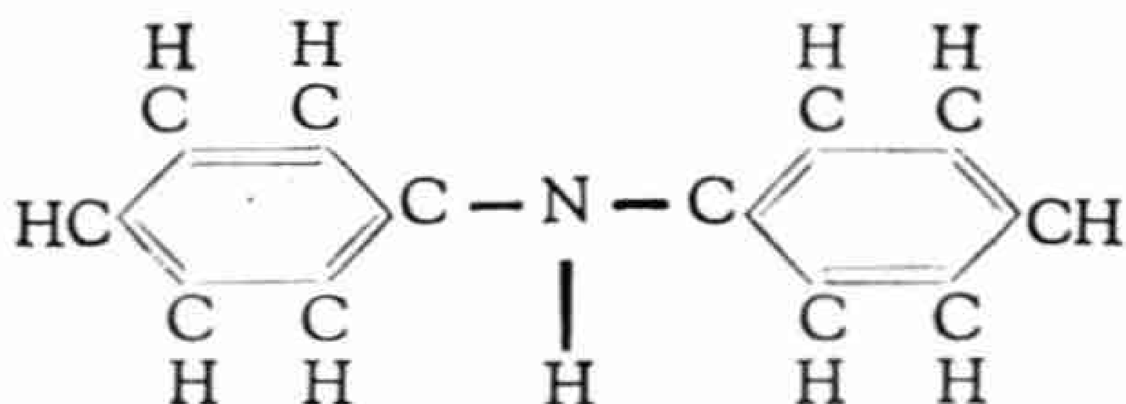
ఇది తెల్లని స్ఫటికరూపములో ఉండును. 0·2 గ్రాములను 100 ఘ. సెం. మీ. పరిశుద్ధగాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించగా వచ్చినద్రావణమును సూచక ద్రవ్యముగా వాడుదురు. నాలుగుచుక్కలుద్రావణము ఖనిజద్రావణమునకు చేర్చి అంశమాపనమును గావించినచో పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్‌ద్రావణము ఒకఅరచుక్క ఎక్కువైనపుడు కూడ బీకరులోనిద్రావణము గాఢనీలలోహితవర్ణముగలదగును. ఈరంగు క్రోమిక్ సల్ఫేట్ యొక్క ఆకుపచ్చ రంగును విరిచివేయును. కాని ఈప్రక్రియలో ఏర్పడిన ఫెర్రిక్ ఇనుముయొక్క పసుపురంగు పోవుటకై ఖనిజ ద్రావణమునకు గాఢ ఫాస్ఫారిక్‌ఆసిడ్‌ను చేర్చుదురు. ఫాస్ఫారిక్‌ఆసిడ్ ఫెర్రిక్‌ఇనుముతోకూడి రంగులేని క్లిష్ట యౌగికము ఏర్పడును.

పైని వివరించిన పద్ధతులలో పేర్కొనిన ద్రవ్యముల యొక్క రాశినిర్ణయమును ప్రత్యక్షపద్ధతులను ఉపయోగించి గావించితిమి. ఇవిగాక పరోక్షపద్ధతులచేకూడ పై ద్రవ్యములతో నిశ్శేషముగా ప్రతికరించు ద్రవ్యముయొక్క అంశమాపనమును కావించవచ్చును. ఉదాహరణము: ద్రావ్యలవణములయందుండు రాగి, సీసము మొదలైన ధాతువులను ఆక్సలేట్‌లుగా అవక్షేపించి ఆవచ్చిన అవక్షేపములను శుద్ధ జలముతో నిర్మలమగునట్లుచేసి సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో ఉంచినచో ఆ అవక్షేపమునకు రాసాయనికముగా తుల్యమగు ఆక్సాలిక్‌ఆసిడ్ విడుదల అగును. అట్లు విడివడిన ఆక్సాలిక్‌ఆసిడ్‌ను పెర్మాంగనేట్



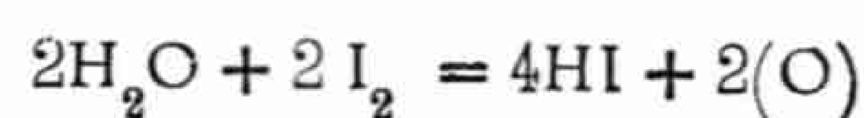
$$\underset{\text{నారింజపండురంగు}}{K_2Cr_2O_7} + 7H_2SO_4 + 6FeSO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + \underset{\text{ఆకుపచ్చరంగు}}{Cr_2(SO_4)_3} + 3Fe_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

ఫెర్రిక్‌సల్ఫేట్‌నకుగూడ కొంత పసుపురంగు కలదు. కాని అది క్రోమిక్‌సల్ఫేట్ ఆకుపచ్చరంగులో మరుగుపడి ఏసూచకద్రవ్యము చేర్చినను ఆ రంగుల కలగలపులో క్రియావసానమును గుర్తించుట కష్టము. అందుచేత ద్రావణములోని ఫెర్రస్‌ఇనుము పూర్తిగా ఆక్సీకరింపబడినదో లేదో తెలిసికొనుటకు పొటాసియమ్ ఫెర్రీసైనైడ్ ద్రావణమును బాహ్యసూచకముగా వాడుదురు. ఇట్టి ప్రక్రియలు సులభసాధ్యములగునట్లు చేయగల అంతస్సూచకద్రవ్యమును రాసాయనికులు ఇటీవల కనుగొనిరి. దానికి డైఫినిల్ ఎమీన్ అని పేరు. ఇది ఆరొమాటిక్ యౌగిక వర్గమునకు చెందిన ఎమీనోయౌగికము. దీని సాంకేతికము:

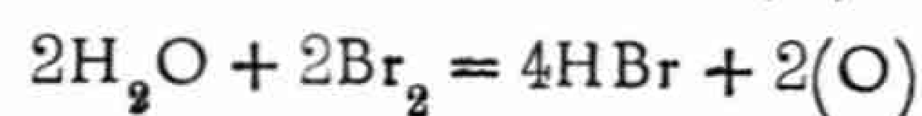



ద్రావణముతో అంశమాపనమును కావించి, దాని రాశిని నిర్ణయించవచ్చును. ఈ నిర్ణీత ఆక్సాలిక్‌ఆసిడ్ రాశితో తొలిని అవక్షేపముగా లభ్యమైన ధాతువుయొక్క రాశిని లెక్క కట్టవచ్చును.

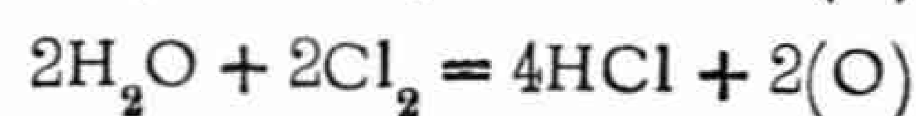
అయిడిమెట్రీ: ఇందు అంశమాపనమునకు అయిడీన్ ఉపయోగింతురు. హేలొజన్‌లు ప్రబల ఆక్సీకరణ సాధనములు: కాని, వీటిలో ఆక్సిజన్ లేదు. ఆక్సీకరణమునకు కావలసిన ఆక్సిజన్‌ని సరఫరా చేయుటకు మరియొక ద్రవ్యము ఆవశ్యకము. ఆక్సిజన్‌ని సాధారణముగా నీరు సప్లయిచేయును.



$$2H_2O + 2I_2 = 4HI + 2(O)$$



$$2H_2O + 2Br_2 = 4HBr + 2(O)$$

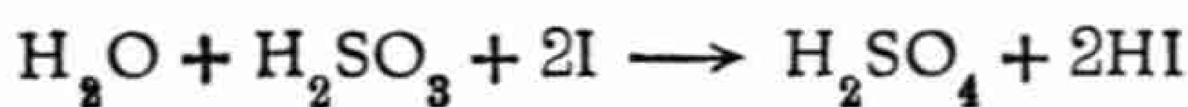


$$2H_2O + 2Cl_2 = 4HCl + 2(O)$$

అందువలన హేలొజన్‌లు ప్రత్యక్షఆక్సీకరణసాధనములుగా

ఆచరించవు. వీటిలో అయిడీన్ ఘనస్థితిలో ఉండుటచేత తూచుటకు వీలుగా ఉండును. అందువలన ఆక్సీకరణ ప్రక్రియలలో అయిడీన్‌ను మానద్రావ్యముగా గ్రహించవచ్చును. అయిడీన్ యొక్క మానద్రావణమును ఉపయోగించి వివిధములగు ఆక్సీహరణద్రవ్యరాశులను నిర్ణయించవచ్చును. అట్టి ఆక్సీహరణద్రవ్యములలో సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్, హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్, ఆర్సెనీయస్ ఆసిడ్, సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ముఖ్యమైనవి.

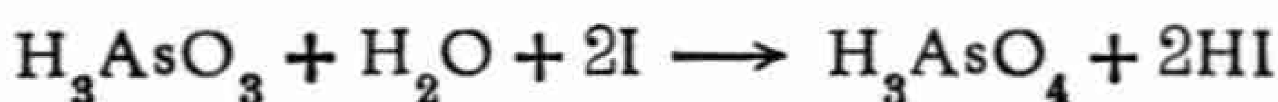
సల్ఫ్యూరస్‌ఆసిడ్ సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌గా ఆక్సీకరించబడును :


$$H_2O + H_2SO_3 + 2I \longrightarrow H_2SO_4 + 2HI$$

హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్ గంధకముగా ఆక్సీకరించబడును :


$$H_2S + I_2 = 2HI + S$$

ఆర్సెనీయస్‌ఆసిడ్ ఆర్సెనిక్‌ఆసిడ్ అగును :


$$H_3AsO_3 + H_2O + 2I \longrightarrow H_3AsO_4 + 2HI$$

సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ సోడియమ్ టెట్రాతయోనేట్‌గా మారును :

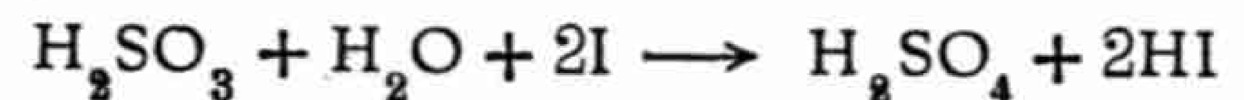

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

ఈ పైనిపేర్కొనిన ఆక్సీహరణద్రవ్యముల అంశమాపనములను అయిడీన్ ప్రమాణద్రావణముచే సులభముగా కావించవచ్చును. నియతఆయతనముగల ఆక్సీహరణద్రవ్యద్రావణమున్న బీకరులోనికి బ్యూరెట్టునుండి ప్రమాణ అయిడీన్ ద్రావణమును చేర్చవలయును. అయిడీన్ రంగు మొట్టమొదట శీఘ్రముగాపోయి క్రమేణ కొంత ఆలస్యముగా నశించును. ప్రయోగాంతదశలో కొంచెము స్టార్చి (మైదాపిండి) ద్రావణమును బీకరులోనికి జారవిడిచినచో అయిడీన్ అతిస్వల్పముగా ఎక్కువైనప్పటికిని బీకరులోని ద్రావణమంతయు గాఢమైన నీలి రంగు మయమగును.

ఆక్సీహరణద్రవ్యముల అంశమాపనమునకేకాక క్లోరీన్, బ్రోమీన్, క్రోమేట్‌లు, పెర్మాంగనేట్‌లు మొదలగు ఆక్సీకరణ ద్రవ్యముల యొక్క రాశినిర్ణయమునకు కూడ అయిడీన్‌మాపన ప్రక్రియను ఉపయోగించవచ్చును. ఈ ద్రవ్యములన్నియు ఆమ్లసంపర్కమువలన పొటాసియమ్ అయిడైడ్‌నుండి రాసాయనికముగా తుల్యమగు అయిడీన్ రాశిని విడుదలచేయును. ఈ అయిడీన్‌రాశిని ఇకమీద చెప్పబోవు సోడియమ్‌తయోసల్ఫేట్ మాన ద్రావణముతో అంశమాపనమును కావించవచ్చును. అందువలన అయిడిమెట్రివిధానములు రెండువర్గములుగా ఉన్నవి : 1. ఆక్సీహరణద్రవ్యమాపనము ; 2. ఆక్సీకరణద్రవ్యమాపనము.

అయిడీన్‌మాన ద్రావణమును ప్రత్యక్షముగా కలిపి, ఒకేప్రక్రియలో ఆక్సీహరణద్రవ్యముల అంశమాపనము నిర్ణయించవచ్చును. ఆక్సీకరణద్రవ్యముల అంశమాపనమునందుమాత్రము రెండుప్రక్రియలు ఆవశ్యకము. మొదటి ప్రక్రియలో ఆక్సీకరణద్రవ్యమును ఆమ్లయుతముజేసి, పొటాసియమ్‌అయిడైడ్ చేర్చి, దానికి రాసాయనికముగా సమమగు అయిడీన్‌ను విడిపించుట. తరువాతిదియగు అంశమాపనప్రక్రియలో ఈవిడుదలైన అయిడీన్‌రాశిని సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్‌మానద్రావణముతో నిర్ణయించుట.

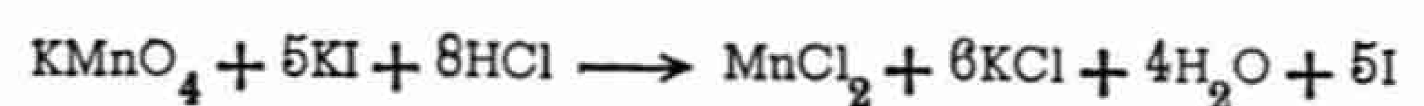
**ఆక్సీహరణ ద్రవ్యమాపనము :** సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్ యొక్క అంశమాపనము :


$$H_2SO_3 + H_2O + 2I \longrightarrow H_2SO_4 + 2HI$$

సల్ఫ్యూరస్‌ఆసిడ్      సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్.

ఈ ప్రక్రియ ఆమ్లపరిసరములందు పరివర్తనీయమగుటచే వెనుకకు తిరుగును. అందుచే పూర్ణముగా పర్యవసానమునకురాదు. స్వల్ప క్షారపరిసరములందు ప్రక్రియ పూర్ణముగా ముందుకు సాగును. సోడియమ్‌బైకార్బొనేట్‌లవణమును పరిశుద్ధసల్ఫ్యూరస్‌ఆసిడ్‌నకు చేర్చుటవలన స్వల్ప క్షారపరిసరము ఉండునట్లు చేయవచ్చును. నియతాయతనము సల్ఫ్యూరస్‌ఆసిడ్ ద్రావణమును బీకరులోనికి గ్రహించి ఒక ఘన సెంటీమీటరు గంజిద్రావణమును కలుపవలయును. తరువాత బ్యూరెట్టులో గ్రహించబడిన అయిడీన్ ద్రావణమును బీకరులోనున్నద్రావణము నీలిరంగును స్వీకరించువరకు చేర్చవలెను. పైసమీకరణ ప్రకారము 2 × 127 గ్రాములుఅయిడీన్ 64 గ్రాముల సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌ను ఆక్సీకరించును.

**ఆక్సీకరణమాపనము :** పెర్మాంగనేట్ యొక్క అంశమాపనము : ఆమ్లీకృతపొటాసియమ్‌అయిడైడ్ ద్రావణమునకు పెర్మాంగనేట్‌ద్రావణమును చేర్చినచో చేర్చిన పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్‌రాశికి రాసాయనికముగా సమమగు అయిడీన్ మూలద్రవ్యము ద్రావణములో విడుదలయగును.


$$KMnO_4 + 5KI + 8HCl \longrightarrow MnCl_2 + 6KCl + 4H_2O + 5I$$

2 గ్రాముల పొటాసియమ్ అయిడైడ్‌ను 30 ఘ. సెం.మీ. నీటిలో కలిపి ఆద్రావణమును 250 ఘ. సెం. మీ. బీకరులో గ్రహించవలయును. ఈద్రావణమునకు 4 ఘ. సెం. మీ. గాఢహైడ్రోక్లోరిక్‌ఆసిడ్‌ను కలిపి దీనికి బ్యూరెట్టునుండి 20 ఘ. సెం. మీ. పొటాసియమ్‌పెర్మాంగనేట్ ద్రావణమును చేర్చవలయును. ఇందువలని బీకరులోనిద్రావణములో అయిడీన్ విడుదలయై ద్రావణము తేనెరంగును గ్రహించును. ఈద్రావణమును 200 ఘ. సెం. మీ. నీటితో

విలీనముగాచేసి, విడుదల అయిన అయిడీన్ యొక్క అంశ మాపనమును $\frac{1}{10}$ N సోడియమ్ థయోసల్ఫేట్ ద్రావణముచే కావించవలెను. సోడియమ్‌థయోసల్ఫేట్ ద్రావణమును చేర్చుకొద్దీ బీకరులోనున్న ద్రావణము తేనెరంగును విడచి మెల్లగా లేతపసుపురంగును స్వీకరించును. ఇట్టి దశలో 1 ఘ. సెం. మీ. గంజిద్రావణము కలిపి అంశ మాపనమును ముగించవలయును. బీకరులోనికి పసుపురంగుగానున్న ద్రావణమునకు గంజినీటిని కలుపగనే ద్రావణము గాఢమైననీలిరంగు గ్రహించును (ఈ నీలిరంగు, గంజి-అయిడీన్ యొక్క స్థిరయౌగికము ఏర్పడుట వలన కలుగును). ఈ నీలిరంగు పోవువరకు బొట్లుబొట్లుగా బ్యూరెట్టునుండి సోడియమ్ థయోసల్ఫేట్ ద్రావణమును బీకరులోని ద్రావణమునకు చేర్చవలయును.

ఈ ప్రయోగములో 20 ఘ. సెం. మీ. సోడియమ్ థయోసల్ఫేట్ ఖర్చయినదని అనుకొందము,

127 గ్రా. అయిడీన్ = 248·2 గ్రా. థయోసల్ఫేట్

127 గ్రా. అయిడీన్ = 158 గ్రా. పెర్మాంగనేట్

∴ 248·2 గ్రా. థయోసల్ఫేట్ = 158 గ్రా. పెర్మాంగనేట్

థయోసల్ఫేట్ సరిగా $\frac{1}{10}$ ప్రమాణము ఉన్నదనుకొనినచో

20 ఘ. సెం. మీ. లలో $\frac{24{\cdot}82 \times 20}{100} = 0{\cdot}496$ గ్రా. థయోసల్ఫేట్ ఉండును.

0·495 గ్రా. థయోసల్ఫేట్ = 0·254 గ్రా. అయిడీన్ = 0·316 గ్రా. పెర్మాంగనేట్

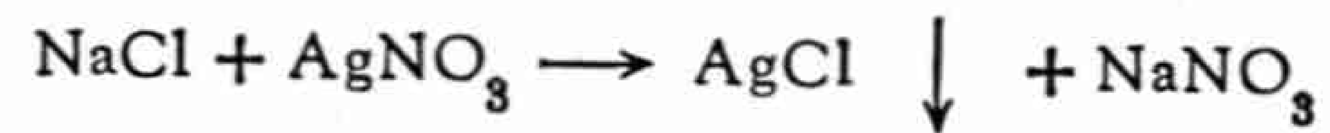
అనగా తీసికొనిన 20 ఘ. సెం. మీ. పెర్మాంగనేట్‌లో 0·316 గ్రా. పెర్మాంగనేట్ లవణము ఉన్నది.

**అవక్షేపణ విధానములు :** ఈ విధానములందు పరీక్షక ప్రమాణద్రావణము పరీక్ష్యద్రావణములోఉన్నద్రవ్యమును అవక్షేపముగా మార్చి ద్రావణము నుండి వేరుచేయును.

ఈవిధాననిర్వహణమునకు కొన్ని పరిస్థితులు ఉండవలెను. అందు మొదటిది అవక్షిప్తమైనద్రవ్యముయొక్క ద్రావ్యత అత్యల్పముగా ఉండవలెను; రెండవది : అవక్షేపము అతి శీఘ్రముగా క్రిందికిపోయి పైని నిర్మలమైన ద్రావణము తేరిఉండవలెను. ఈరెండవపరిస్థితి కుదిరినప్పుడే అవక్షేపణ కార్యము పూర్తిఅయినదో, లేదో నిశితముగా తెలిసికొనుటకు అవకాశముఉండును. మూడవది : రెండవపరిస్థితి సులభసాధ్యము కానపుడు అవక్షేపణకార్యము ముగిసినదో, లేదో తెలియజేయుటకై ఉచితమగు సూచక ద్రవ్యము ఒకటి అవసరము. ఇది పరీక్ష్యద్రావణమునకు సాక్షాత్తుగా కలుపుటకుగాని, లేదా విడిగా వాడుక చేయుటకుగాని వీలైనదిగా ఉండవచ్చును.

**హేలొజన్ రాశినిర్ణయము :** ఇది సూచకద్రవ్యము అవసరములేని మాపనమునకు ఉదాహరణము : క్లోరైడ్ (బ్రోమైడ్, అయిడైడ్) ద్రావణమును బీకరులో తీసికొని దానికి నైట్రిక్‌ఆసిడ్ కొంచెము కలిపి, సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును బ్యూరెట్టునుండి జారవిడిచినపుడు సిల్వర్ క్లోరైడ్‌గడ్డకట్టి బీకరు అడుగునకు దిగిపోవును. ప్రక్రియ పూర్తియగు వరకు సిల్వర్ నైట్రేట్ బొట్లురాల్చుచు అవక్షేపణక్రియ పూర్తిఅయినదో లేదో కనిపెట్టవలెను. ఈ ప్రక్రియలో వాడిన ప్రమాణసిల్వర్ నైట్రేట్ ఆయతనమును బట్టి క్లోరైడ్‌రాశిని లెక్కకట్టవచ్చును.

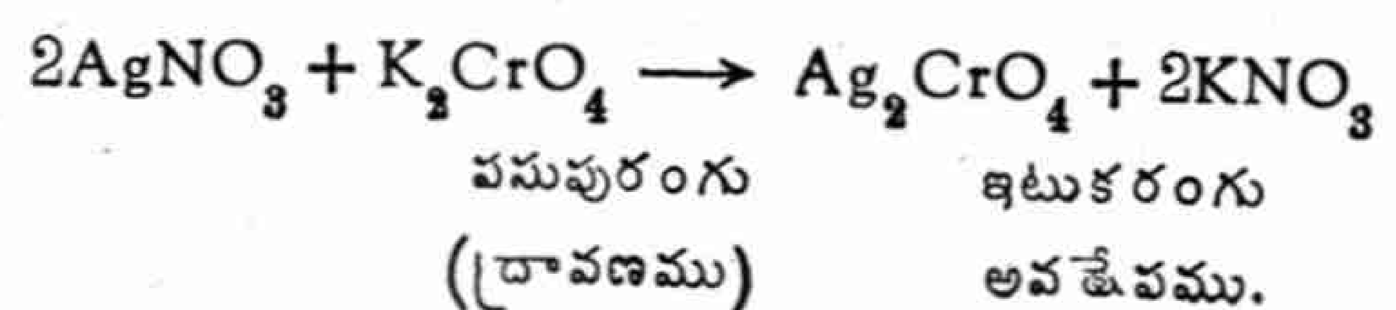
ఈ మాపనప్రక్రియను అటునుంచి ఇటుకూడ జరుపవచ్చును. అనగా సోడియమ్‌క్లోరైడ్ ప్రమాణద్రావణముగాచేసి సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణముయొక్క అంశమాపనమును నిర్ణయించవచ్చును :



$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$$

ఈ సమీకరణప్రకారము ఒక అణుభారముసోడియమ్ క్లోరైడ్ ఒకఅణుభారము సిల్వర్ నైట్రేట్‌కు తుల్యము. ఇందలి రెండుధాతువులు ఏకయోజనీయతగల మూలద్రవ్యములగుటచేత అవి రాసాయనికముగా ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు సమానము. అందువలన సోడియమ్ క్లోరైడ్, సిల్వర్ నైట్రేట్‌ల అణుభారములే వాటి తుల్యభారములు. కాబట్టి $\frac{N}{10}$ సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌ద్రావణములో లీటరుకు $\frac{58{\cdot}5}{10} = 5{\cdot}85$ గ్రాములు సముద్రపు లవణము ఉండును. అట్లే $\frac{N}{10}$ సిల్వర్ నైట్రేట్‌లో $\frac{169{\cdot}9}{10} = 16{\cdot}99$ గ్రాములు సిల్వర్ నైట్రేట్ లీటరులో ఉండును. ఇవి ఘనపదార్థములగుటచేత కచ్చితముగా తూచి వాటిని ప్రమాణ ద్రావణములుగా గాని, మాన ద్రావణములుగా గాని తయారుచేయవచ్చును.

**సూచకద్రవ్యమును ఉపయోగించు విధానము :** పైని తెలిపిన విధానము నైట్రిక్‌ఆసిడ్ సంపర్కములో జరుపుటకు వీలైనది. ప్రస్తుతవిధానము ఆమ్లసంపర్కములేని తటస్థ పరిస్థితులందు జరుపవలెను. ఇచ్చట 5,6 బొట్లు పొటాసియమ్ క్రోమేట్‌ద్రావణము సూచకముగా ఆచరించును. పొటాసియమ్‌క్రోమేట్‌ను సిల్వర్ నైట్రేట్‌కు చేర్చినపుడు ఇటుకరంగుగల సిల్వర్ క్రోమేట్ అవక్షేపము ఏర్పడును :



$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 \longrightarrow Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$$

ఈసూచక ద్రవ్యమునకు విశేషగుణము ఒకటి కలదు. క్లోరైడ్, క్రోమేట్ రెండును కలిసియున్న ద్రావణమునకు సిల్వర్ నైట్రేట్ ద్రావణమును కలిపినపుడు క్లోరైడ్ అయన్ నిశ్శేషముగా సిల్వర్ క్లోరైడ్ గా అవక్షేపించువరకు సిల్వర్ క్రోమేట్ అవక్షేపించదు. ఏమాత్రము సిల్వర్ క్రోమేట్ ఏర్పడినను రంగు మార్పువలన తెలుసుకొన వచ్చును. రంగుమారునప్పటికి చేర్చిన సిల్వర్ నైట్రేట్ ప్రమాణద్రావణము యొక్క ఆయతనమునుబట్టి పరీక్ష్య ద్రావణమందున్న సోడియమ్ క్లోరైడ్‌ను లెక్క కట్ట వచ్చును.

మా. వ. న.

**విశ్వకిరణములు :** విద్యున్నిరోధక పరిస్థితులను ఎంత సమగ్రముగ సమకూర్చినను, విద్యుదావేశ కారణమున ఎడముగ పోయిన స్వర్ణ విద్యున్మాపకముయొక్క స్వర్ణ పత్రములు, క్రమముగా దగ్గర పడుచుండుట తొలిని భౌతికశాస్త్రజ్ఞులకు ఒకప్రహేళికగ తోచినది. సమాధానములు వెక్కలియబడినవి. సమస్య పరిష్కరింపబడుట లేదు. ఇంతలో 1913 లో వి. ఎఫ్ హెస్స్ అను ఆస్ట్రియా భౌతికశాస్త్రవేత్త స్వర్ణపత్రములు దగ్గర పడుటకు కారణము విశ్వాంతరాళము నుండి మనల సమీపించు వింత ఆవిష్టకణముల ప్రభావమని నిరూపించెను ; ఇవియే విశ్వకిరణములు. ఇవి వాస్తవికముగ ఖగోళశాస్త్ర చర్చావిషయములైనను, అతిశయిత శక్తియుత సంఘటనల, పలు విధములగు పరమాణు ద్రవ్యకణముల అనుశీలనయందు శాస్త్రజ్ఞులకు అమిత సహాయమును ఒనగూర్చినవి. పోజిట్రాన్‌లు, పలురకముల మీసాన్‌లు, ఇంకను ఇతర విధములగు ప్రాథమిక కణములు ఈ విశ్వకిరణ సంపాతమందే తొలిని కనుగొనబడినవి. శాస్త్రజ్ఞులు అనేక బిలియన్‌ల ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులశక్తిగల కణముల కృత్రిమముగ ఉత్పాదింపగల ఆక్సిలరేటర్‌లను సృజింపనేర్చిన నేడు విశ్వకిరణానుశీలన సార్థక్యము, ముఖ్యముగా సిద్ధాంత భౌతిక శాస్త్రానుశీలన విషయములో చాల తగ్గిపోయినది. దృష్టాంతమునకు ఋణప్రోటాన్‌లు బీవాట్రాన్ నుండి ఉత్పాదితమైన కణపరంపరలో ఆవిష్కరింపబడినవి, కాని విశ్వకిరణములందు కాదు.

అయినను అంతరిక్షమునుండి మనలను అవిరతముగ తాకుచున్న విశ్వకిరణప్రసారము విశ్వాంతరాళ గహనముల జరుగుచున్న ప్రక్రియల రహస్యసందేశమును మన కందజేయుచున్నది. వీటి జన్మ రహస్యము అతి గభీర ఖగోళశాస్త్ర విషయము. భూమి యొక్క వాతావరణమును ప్రవేశించగనే, మీసాన్‌లను, ఎలక్ట్రాన్‌లను జనింపజేయు ప్రాథమిక విశ్వవికిరణసంపాతమందు, స్వల్పసంఖ్య ఆల్ఫాకణములచే, ఇంకను ఇతరభారయుత కేంద్రకములచే మిశ్రితమై ఉన్న ప్రోటాన్‌లు ఎక్కువగలవు. కొన్ని బిలియన్‌ల ఎలక్ట్రాన్‌వోల్టుల స్వల్పశక్తి మొదలుకొని $10^{18}$ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు అనగా కణమునకు $10^{6}$ అర్గ్‌ల చొప్పున శక్తిరాశుల వహించుచు, ఈప్రాథమికకణములు, విశ్వాంతరాళమున పయనించుచున్నవి. ఇట్లు అత్యంత ఉన్నత శక్తులకు ప్రోటాన్‌ల (అయనీకృత హైడ్రోజన్ పరమాణువుల) త్వరింపజేయు ఆ విశ్వవ్యాపకబలముల స్వభావము ఎట్టిది అను ప్రశ్న రాకమానదు. నేటి సిద్ధాంతమును అనుసరించిన సమాధానము ఇది. సూపర్నోవా (ఒక్కుమ్మడి విదారణమునకు గురియగు తార)లు, రోదోవీథుల ప్రేలుచున్న వాయుద్రవ్యమేఘములు కలిసి ఈ విశ్వకిరణములను ఉత్పాదించుచున్నవి. భూమి వాతావరణమందు గోచరించు విశ్వకిరణప్రసార తీక్ష్ణత సూర్యగోళోపరితలమున ఉజ్జ్వల కాంతిస్ఫోటము సంభవించునపుడెల్ల, ఎక్కువగుచుండునని ఇటీవలి పరిశోధనలవలన తెలిసినది. దీనివలన ఈక్షిప్రచారులగు కణములలో కొంత భాగమునకు సూర్యుని ఔజ్జ్వల్య ప్రవృత్తి కారణమగుచున్నది. సూర్యుని ఈ పర్యాయ ప్రవృత్తికి కారణము సౌరగోళమందగపడు మచ్చల సమీపమున అతిశీఘ్రముగ మార్పునొందుచున్న అయస్కాంత క్షేత్రముల ప్రభావమై ఉండవచ్చును. కాని విశ్వకిరణ సృష్టియందు, సూర్యునితోపాటు నక్షత్ర మార్గములో ఉన్న తక్కిన తారలన్నియు పాల్గొనుచున్నవని అనుకొనినను, విశ్వగోళపు అన్నిదిక్కుల నుండి భూమిని చేరుచున్న విశ్వకిరణ సంపాత విస్తారమునకు పర్యాప్తమగు వివరణముగ కన్పట్టలేదు. అందువలన ఈసంపాత విస్తారమున కింకను బలవత్తరమైన ప్రభవస్థానము ఉండవలయునను ఊహ అనివార్యము. ఈ ఊహకు అనుగుణముగ మూడు నాలుగు వందల ఏండ్లకొకసారి అకస్మాత్తుగ అతిశయిత ప్రకాశ ప్రసారకములగుచుండు సూపర్నోవా తారల, దారుణ ఉత్‌స్ఫోటనముల కారణముగ విశ్వకిరణ విస్తారమందలి చాలభాగము జనించుచున్నదని ఇటీవల నిరూపింపబడినది. ఈ ఉత్‌స్ఫోటన బలప్రక్షేపముల వలన అంతరాళమందు విక్షిప్తమైన తప్తతుముల వాయు సమూహములందు ఉండునని ఊహించబడతగిన దారుణ తమ ప్రవృత్తికములగు అయస్కాంత క్షేత్రములు, ప్రోటాన్‌లను ఇట్టి ఆశ్చర్యావహవేగోన్నతులకు సుకరముగ త్వరింపజేయగలవు. ఇట్లు అతిక్షిప్రగతులను ఆర్జించుకొనిన ఈ ప్రోటాన్‌లు అంతరాళమందు పయనించుచు, ఇంతకన్న అధికతరమైన వేగములకు తారాగణ మధ్యవర్తి వాయు మేఘములను ఆశ్రయించిఉండు అయస్కాంత క్షేత్ర

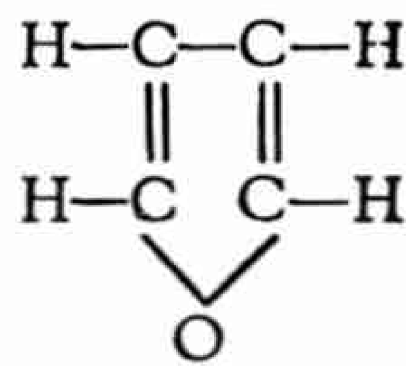
ములచే త్వరింపజేయబడవచ్చును. నేడు మనకు విశ్వకిరణ ప్రసారమందు ప్రత్యక్షమగుచున్న దారుణశక్తిప్రదర్శనములకు ఇట్లు సమాధానమును కల్పించవచ్చును. ఈ ఊహించిన సన్నివేశము ఇంకను స్పష్టముగా లేదు. కాని విశ్వపులోతులనుండి మనదెస పరువులిడుచు వచ్చుచున్న ప్రచండ శక్తిసహిత విశ్వకిరణ లక్షణముల సమయానుగుణపర్యాప్త వివరణము ఇది అనుటకు సందేహము లేదు.

మే. వ. న.

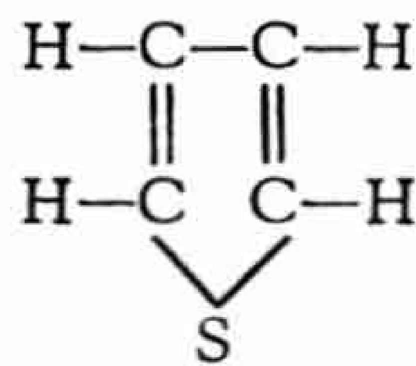
**విషమ వలయ యౌగికములు :** కార్బన్ వలయమందు ఒకటిగాని, ఎక్కువగాని కార్బన్ పరమాణుస్థానములు ఇతర పరమాణువులచే ఆక్రమితమైనపుడు, ఆ యౌగికములకు 'విషమవలయ యౌగికము' లని పేరు. ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్, ఆర్సెనిక్, భాస్వరము, ఆంటిమోని, బిస్మత్తు, సిలికన్, తగరము, సీసము, తాలియమ్ - వీటిలో ఏదైన కార్బన్ పరమాణువుతోపాటు వలయఘటకముగా ఆచరించగలదు. నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్, గంధకము, వలయనిర్మాణమందు పాల్గొను యౌగికములు విస్తారముగా అనుశీలించబడినవి.

సమవలయ యౌగికములందువలెనే విషమవలయములందును వాటితోగాని, సమవలయములతోగాని చేరి వ్యస్త, సంహత వలయయౌగికములు ఏర్పడవచ్చును. ఈ వలయములలో ముఖ్యమైనఘటకసంఖ్య అయిదుగాని, ఆరుగాని కావచ్చును:

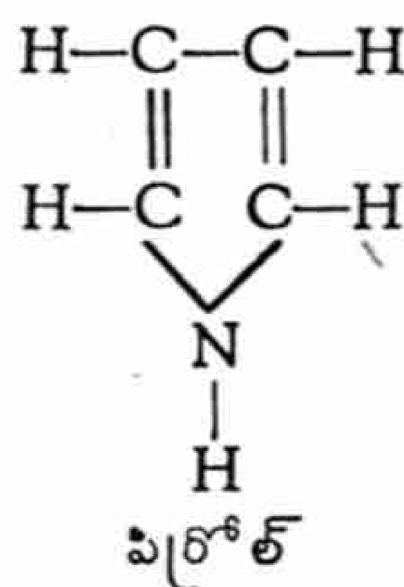
**పంచఘటకవలయములు :** పంచఘటకవలయ యౌగికములకు సరళదృష్టాంతములు :



ఫ్యూరేన్ లేదా ఫర్ ఫరేన్

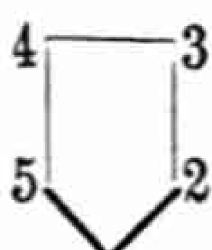


తయోఫీన్

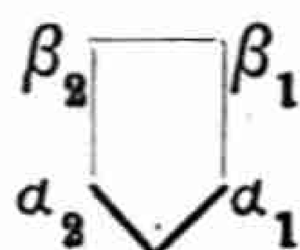


పిర్రోల్

వలయమందున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులస్థానములను క్రిందివిధమున అంకెలచేగాని అక్షరములచే గాని నిర్దేశింతురు.

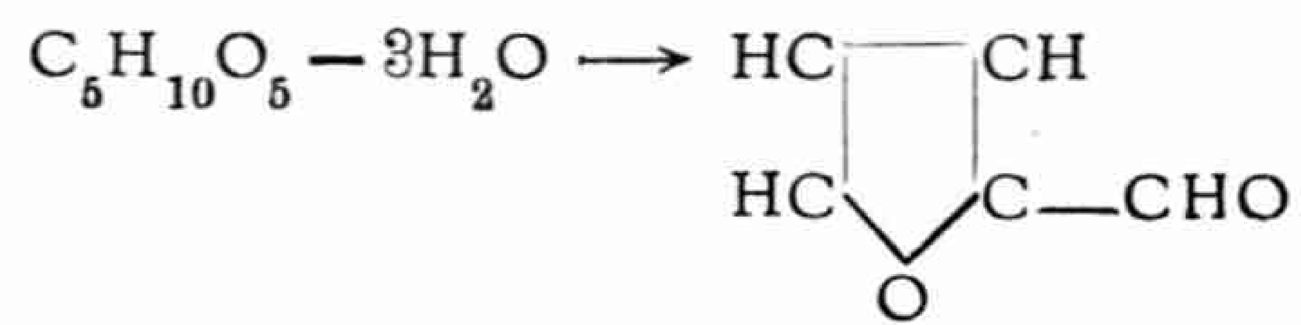



లేదా




ఈ మూడు యౌగికములును ఒకదానిని ఒకటి ఎంతేనియు పోలియుండును. ఆసిటిలీన్ అధికతాపక్రమమునకు వేడి చేసినపుడు షడ్ఘటకవలయమగు బెన్జీన్ ఎట్లు జనించునో అట్లే ఫ్యూరేన్ గాక తక్కినరెండును, ఆసిటిలీన్‌తో హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ గాని, అమోనియానుగాని చేర్చి వేడి చేయుటవలన ఏర్పడును. ఈయౌగికములనుండి హైడ్రోజన్ పరమాణువులను ఇతరగణములచే ప్రతిష్ఠాపించుటవలన అనేకములగు వ్యుత్పన్నములు ఏర్పడును.

ఫ్యూరేన్ ($C_4H_4O$): దేవదారుకర్రనుండి లభ్యమగు తారును స్వేదించగావచ్చినద్రవములో ఇది ఉండును. రంగులేని ద్రవము; నీటిలో కరగదు; దీనివాసన క్లోరోఫార్మ్ వాసనవలె ఉండును. శోధనాగారమందు, పంచదారను సున్నముతోకలిపి స్వేదించిన ఇది లభించును (క్వథనాంకము 32°C); దీని α - ఆల్డిహైడ్ అయిన ఫర్ ఫరాల్ ను, పెంటోజ్‌లపై గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున సాధించవచ్చును:




సువాసనగలిగి తైలమువలెనుండు రంగులేనిద్రవము (క్వథనాంకము 162°C); గాలిలో ఇటుకరంగుగా అగును.

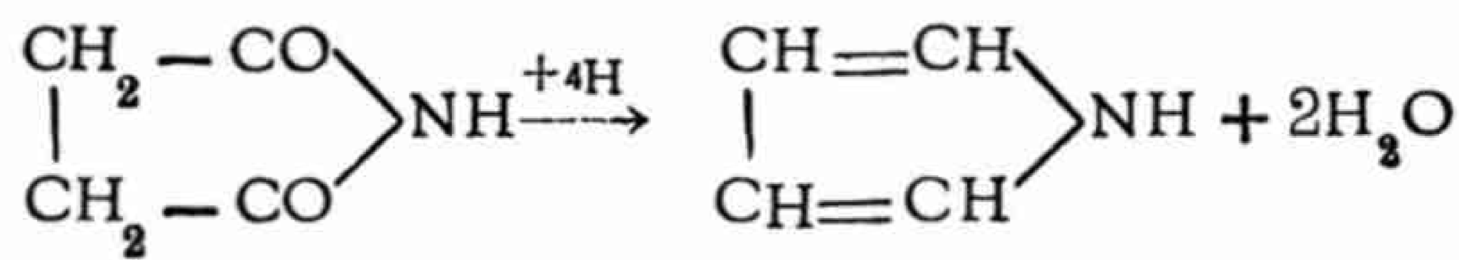
మోటారు ఇంధనము గాను, ప్లాస్టిక్‌లను తయారు చేయుట యందును ఫర్ ఫరాల్ వాడుకలో ఉన్నది. ఇది ద్రావముగాను బూజులను, సస్యములలోని కలుపు మొక్కలను పోగొట్టు సూక్ష్మక్రిమినిరోధకముగాను వాడబడుచున్నది. బ్యూటైల్ ఫ్యూరేట్ అను లక్కరంగుకు అవసరమైన ఫ్యురోయిక్ ఆసిడ్‌ను దీనినుండి తయారు చేయుదురు.

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌నందు మొక్కజొన్నకంకులను ఆమ్లముతో స్వేదనముచేయగా, ప్లాస్టిక్‌పరిశ్రమకు కావలసిన ఫర్ ఫరాల్ తయారగుచున్నది.

తయోఫీన్ ($C_4H_4S$): కోల్ తారులో బెన్జీన్‌తో కలిసి ఉండును. దీనికి బెన్జీన్‌తోగల రాసాయనికగుణ సాదృశ్యము వలన బెన్జీన్‌నుండి దీనిని వేరుచేయుట చాల కష్టసాధ్యము. దీని క్వథనాంకము 84°C (బెన్జీన్ క్వథనాంకము 81°C). ఇది గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమువలన ఐసటిన్‌తో ఇచ్చు నీలిరంగు దీనిని గుర్తించుటకు సాధనము.

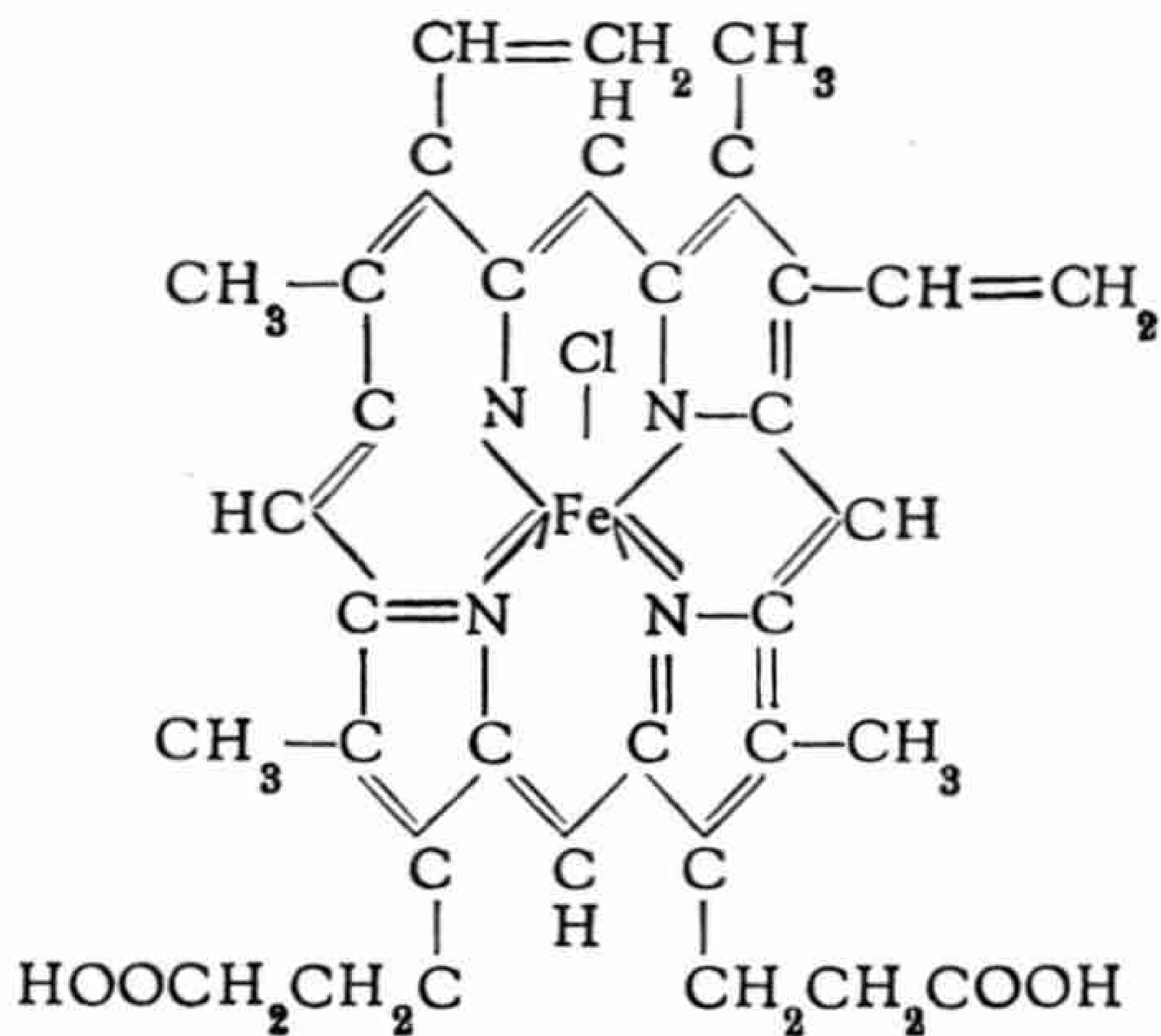
పిర్రోల్ ($C_4H_5N$): కోల్ తారులో ఇది చాలతక్కువగా ఉండును. ఎముకలను స్వేదించునపుడు 130°C వద్ద సంగ్రహింపబడు ద్రవభాగములో ఇది మెండుగా ఉండును.

సక్సినామైడ్‌ను జింకుధాతువుయొక్క చూర్ణముతో ఆక్సీహరించినచో పిర్రోల్ లభ్యమగును :



రంగులేని నూనెవంటిద్రవము. వాసనలో క్లోరోఫార్మ్ (క్వథనాంకము 131°C)ను జ్ఞప్తికి తెచ్చును. వెలుతురులో పిశంగవర్ణమును దాల్చి చిక్కపడి, బంకలు సాగును. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌తో తడిపిన దేవదారుపుల్ల పిర్రోల్‌లో ఎర్రపడును. ఈ ప్రయోగమును దీనిని గుర్తించుటకు వాడుదురు. ఈ గుణమునుబట్టియే దీనికి పిర్రోల్ (గ్రీక్ పైరాస్ = నిప్పు) అని పేరు వచ్చినది.

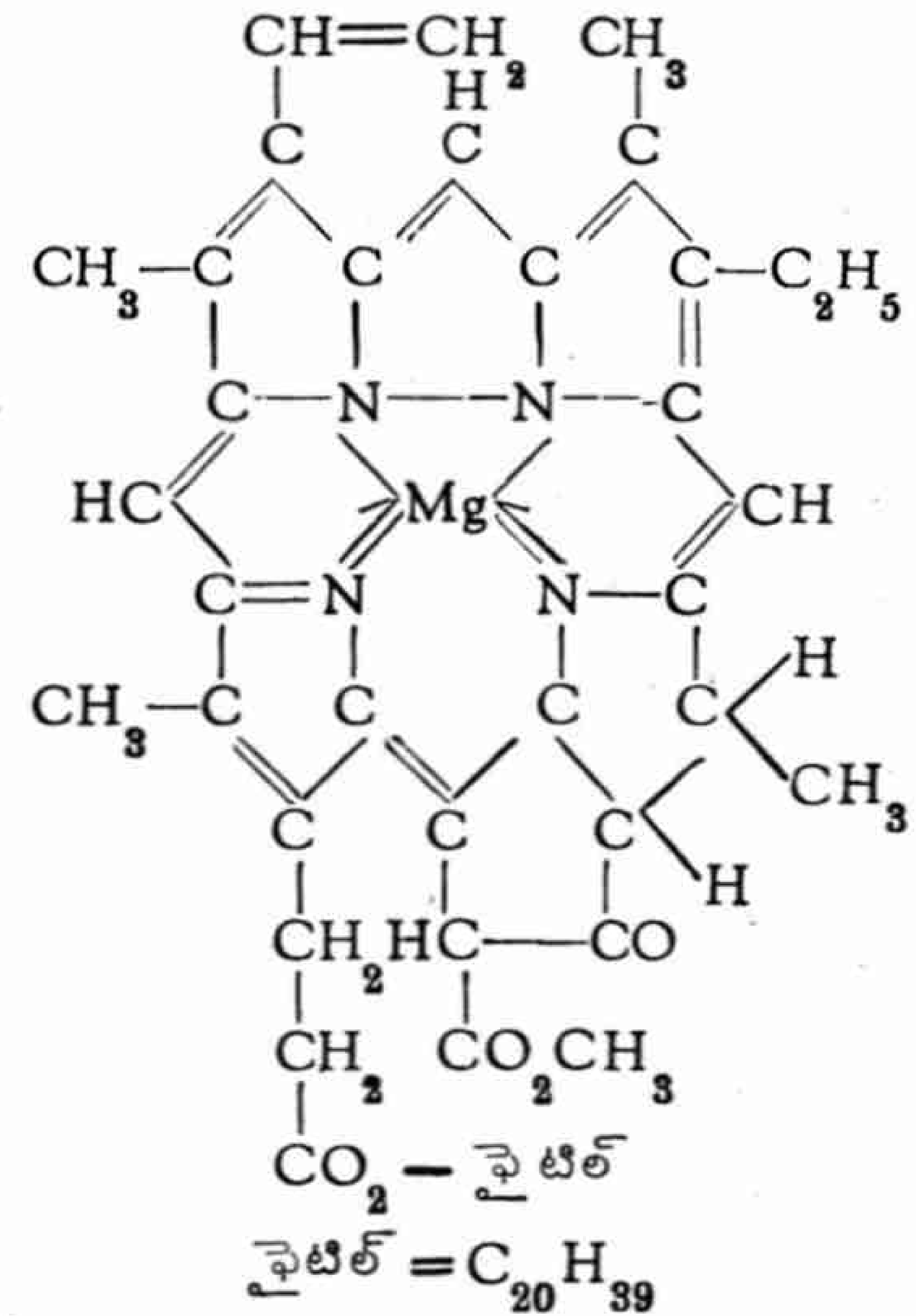
అతిసంకీర్ణ అణురచనగల హేమటిన్ అను రక్తములోని అరుణవర్ణద్రవ్యమునుండి జలవిశ్లేషణమువలన లభ్యమగు హేమీన్‌యును, అట్టిదే ఆకులలోని ఆకుపచ్చ వర్ణమునుండి లభ్యమగు క్లోరోఫిల్ అను ద్రవ్యమును పిర్రోల్ అను విషమవలయయౌగికము నుండి వ్యుత్పన్నములైనవాటిగా భావించబడుటచే, దీనికింత రాసాయనిక ప్రాముఖ్యము చేకూరినది:



హేమీన్ యొక్క రచనా సాంకేతికము

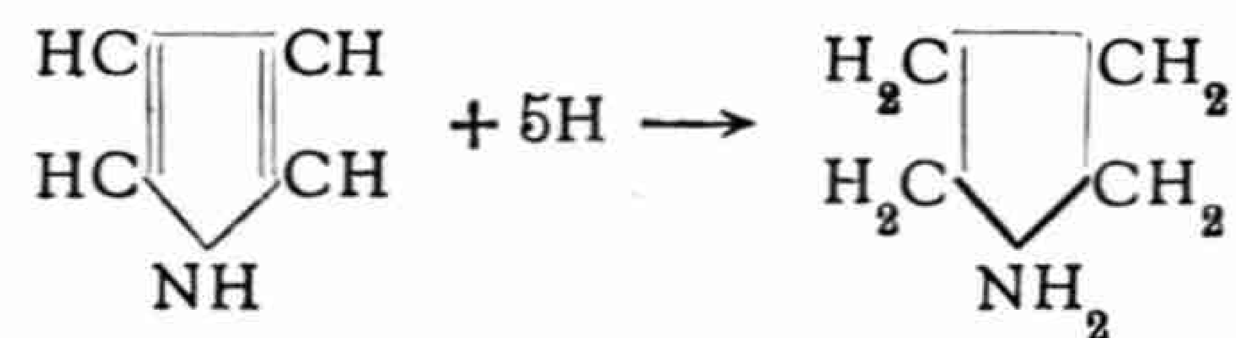
ఈ సాంకేతికమును నిర్ణయించిన హాన్స్‌ఫిషర్ 1930 లో నోబెల్ బహుమానప్రతిగ్రహీత అయెను.

క్లోరోఫిల్ : ఆకులలోనుండు ఆకుపచ్చద్రవ్యములో క్లోరోఫిల్ —(*a*) ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$), క్లోరోఫిల్ —(*b*)($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) అను రెండు అతిసంకీర్ణ యౌగికములుగలవు. ఈ రెండుయౌగికములును రక్తములోనున్న ఎరుపు రంగుగల హేమటిన్ యౌగికమును చాలవరకు పోలిఉండును. ఈ యౌగికములన్నియును వెర్నర్ చేనిరూపించబడిన సమన్విత యౌగికములజాతికి చెందినవి. హేమటిన్ యౌగికమందు కేంద్రస్థానమున ఇనుముపరమాణువు ఉన్నట్లు, దానిచుట్టును నాలుగు పిర్రోల్ వలయములు సమన్వితములైనట్లు, సాంకేతికపరీక్షవలన విశదమగును. క్లోరోఫిల్ [a] సాంకేతికమున కేంద్రమందు మగ్నీషియమ్ పరమాణువుఉన్నది. తక్కినదంతయును హేమీన్ రచనకు చెందినదియే.



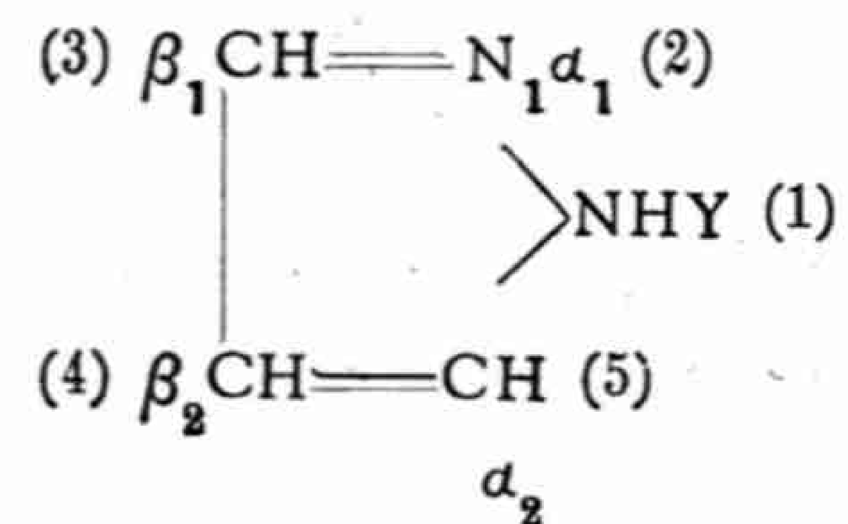
క్లోరోఫిల్ [a] యొక్క రచనాసాంకేతికము

పిర్రోల్‌ను సంపూర్ణముగా హైడ్రియాడిక్ ఆసిడ్ భాస్వరమిశ్రముతో హైడ్రోజనీకరించినచో పిర్రోలిడిన్ అను యౌగికము లభించును:



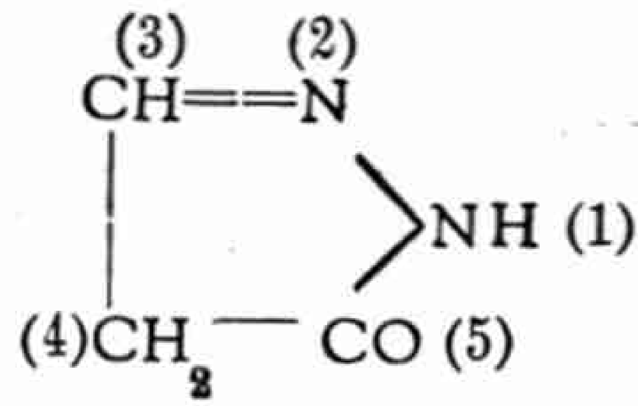
ఇది లవణాధారము; విశిష్టస్ఫటిక రూపములుగల లవణములను ఇచ్చును. ఇది కొన్ని ఆల్కలాయిడ్‌లకు జనక యౌగికముగా ఆచరించును

పైరాజోల్ ($C_3H_4N_2$): పిర్రోల్‌లో ఒక α - CH గణమును తొలగించి దానిస్థానమున నైట్రోజన్ పరమాణువు ఆదేశముగావచ్చినపుడు ఏర్పడు యౌగికమునకు పైరాజోల్ అని పేరు.

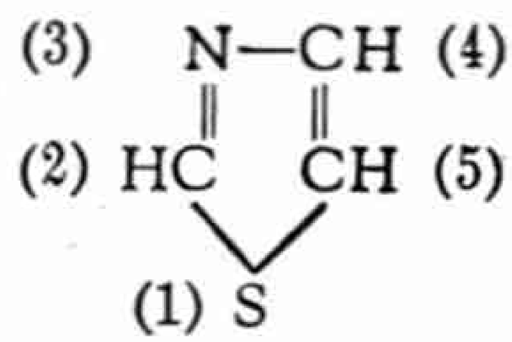


దీనినుండి లభ్యములగు యౌగికములకు పైరాజలోన్ వ్యుత్పన్నము అని పేరు. $\alpha_2$ స్థానమందున్న CH గణమునకు

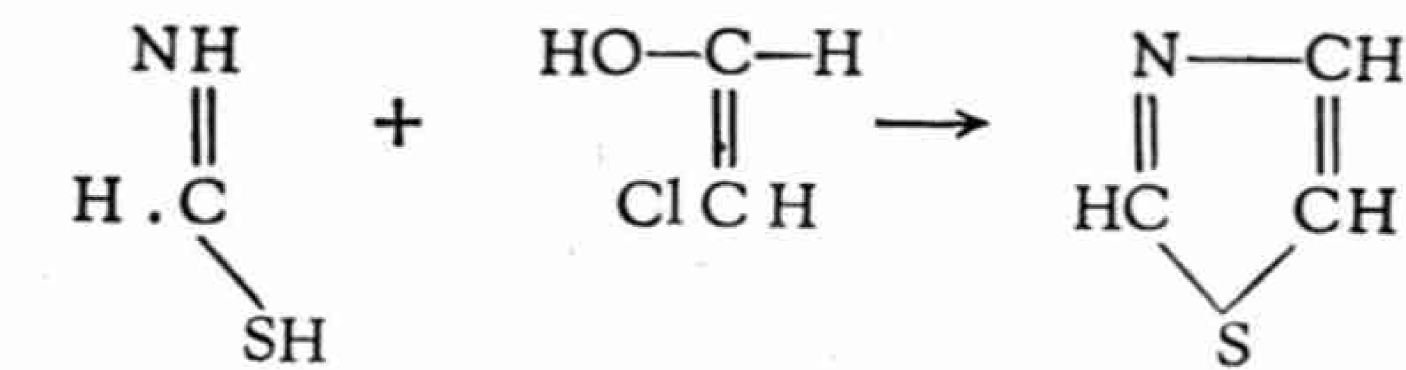
బదులు CO గణమున్నచో సరళరచనగల పైరాజలోన్ లభ్యమగును :



దీని వ్యుత్పన్నమైన 1-ఫీనిల్, 2-3- డైమెథిల్ పైరాజలోన్, అంటీపైరిన్ అను పేర జ్వరహారిగా వాడుకలోఉన్నది (దీనిని రచించుటకు వీలైన సంయోజనపద్ధతికై చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 280).

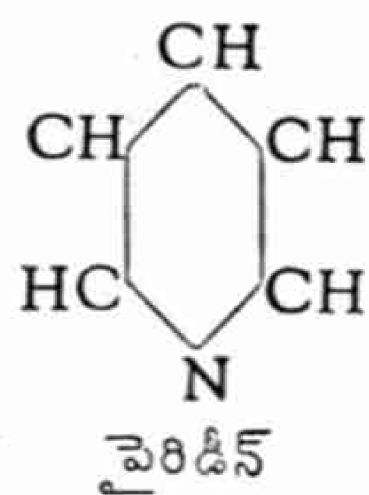


థైఆజోల్ ($C_3H_3NS$) : థయోఫార్మామైడ్ యౌగికముపై క్లోరో ఆసిటాల్డిహైడ్ చర్యచే థైఆజోల్ను తయారుచేయవచ్చును.

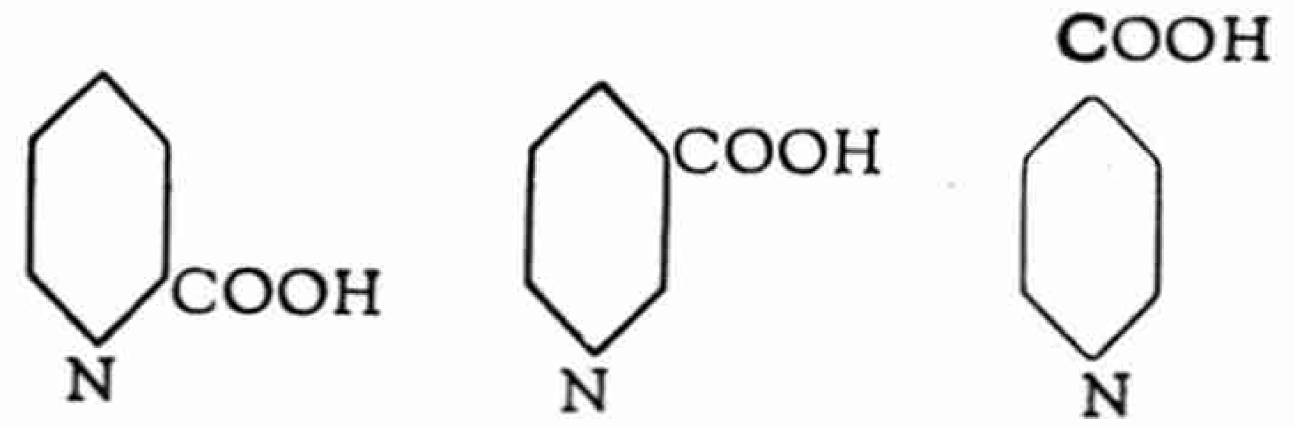

థయోఫార్మామైడ్ క్లోరోఆసిటాల్డిహైడ్

ఈయౌగికముతో సంయోజింపజేసిన సల్ఫానమైడ్, సల్ఫాథైఆజోల్ అనుపేర సల్ఫామందులలో చాల ముఖ్యమైనది.

షడ్ఘటకవలయములు ($C_5H_5N$) : ఇది అనేక ఆల్కలాయిడ్ యౌగికములకు జనకద్రవ్యము.

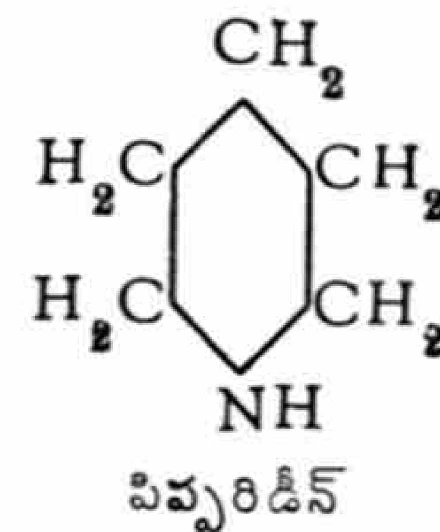

పైరిడీన్

ఇది ఎముకల నూనెలో ఉండును. పారిశ్రామికముగా దీనిని కోల్ తారు నుండి తయారుచేయుదురు. రంగులేని దుర్వాసనగల ద్రవము (క్వథనాంకము 114.5°C). నీటితో, ఆల్కహాల్తో, ఈథర్తో ధారాళముగా కలిసిపోవును. సారాను మానవులు త్రాగకుండ జేయుటకై సారా (ఆల్కహాల్)తో విషగుణముకల ఈ పైరిడీన్ను కలుపుదురు. ముడి ఆంత్రసీన్ను శుద్ధిపరచుటకు, రబ్బరు, పూత రంగులు మొదలగు పరిశ్రమలయందు దీని ఉపయోగము ఎక్కువ. రాసాయనిక ప్రవృత్తిలో బెన్జీన్కన్న చాల మందకొడిలో ఉండును. మరుగుచున్న ఆల్కహాల్లో విలీనముచేసిన సోడియమ్ధాతువుచే ఇది 6 హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఎక్కువగాగల పిప్పరిడీన్గా హైడ్రోజనీకరించబడును. పైరిడీన్నుండి వ్యుత్పన్నములగు

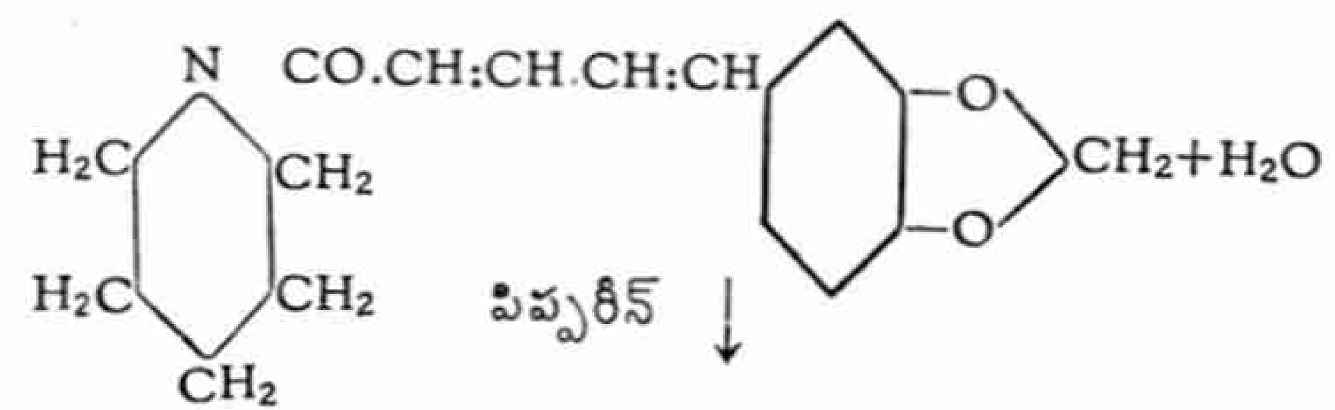

α లేదా 2-పైరిడీన్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ β లేదా 3-పైరిడీన్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ γ లేదా 4-పైరిడీన్ కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్

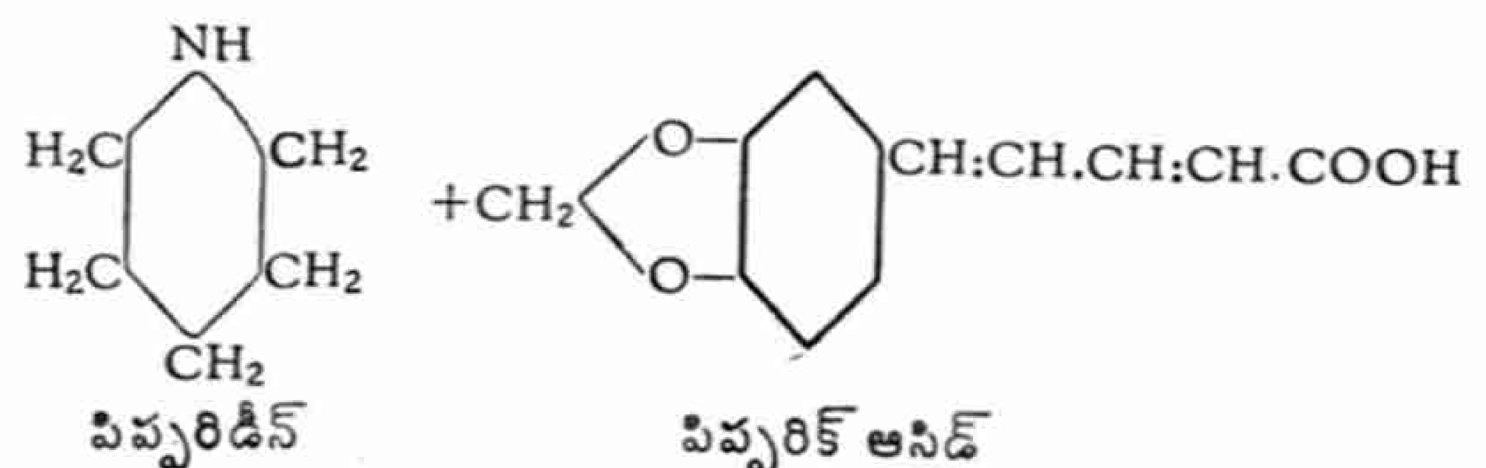
మూడు కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్లలో మధ్యనున్న β ఆమ్లము నికొటినిక్ ఆసిడ్ అనుపేర బి-విటమినువర్గమందు ఒకటిగా గుర్తింపబడినది. దీనిని, పొగాకు సారమగు నికొటిన్ అను ఆల్కలాయిడ్ ద్రవమును క్రోమిక్ఆసిడ్చే ఆక్సీకరించుట వలన పడయవచ్చును.

పైరిడీన్ యొక్క హైడ్రోజనీకరణముచే తయారగు పిప్పరడీన్ మిరియములో పిప్పరిక్ ఆసిడ్తో కలిసి పిప్పరీన్


పిప్పరిడీన్

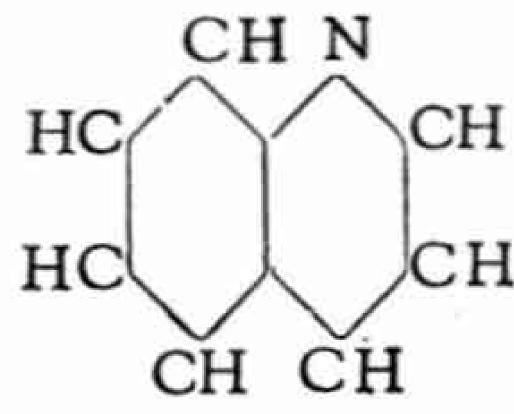
అను ఆల్కలాయిడ్ యౌగికముగా సంభవించును. ఈ ఆల్కలాయిడ్ జలవిశ్లేషణముచే పిప్పరిడీన్, పిప్పరిక్ ఆసిడ్లక్రింద విడిపోవును.





పిప్పరిడీన్ పిప్పరిక్ ఆసిడ్

రెండు సంహత షడ్ఘటకవలయములుగల యౌగికములలో ముఖ్యమైనది క్వినొలీన్. బెన్జీన్కు నాఫ్థలీన్కు గల సంబంధమువంటిదే పైరిడీన్కు క్వినొలీన్కు గల సంబంధము. దీనిరచనలో ఒక బెన్జీన్వలయము, ఒక పైరిడీన్

వలయము ఉన్నవి గనుక, దీనిని బెంజోపైరిడీన్ అని పేర్కొనవచ్చును :




ఇది కోల్ తారులోను, ఎముకలనూనెలోను దొరకును. క్వినీన్ పట్టలోనుండు సింకోనాఆల్కలాయిడ్‌ను పొటాసియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్‌తో స్వేదించినచో ఇది లభ్యమగును. కాంతి వక్రీభవన అధికముగానున్న రంగులేనిద్రవము. దీనికొక నైజమైనవాసన గలదు. (క్వథనాంకము 238°C) నీటిలో కరగదు, కార్బన్‌యౌగికద్రవములలో కరగును. ఇది ఏకామ్లలవణాధారము. జంతుకళేబరాంగములను క్రుళ్ళిపోకుండ సంరక్షించుటకును, ఔషధముగాను వాడుకలో ఉన్నది.

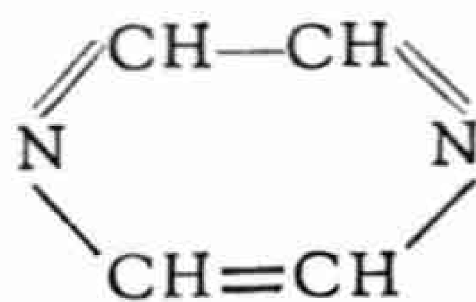
ఐసోక్వినొలీన్ : ఇది క్వినొలీన్‌తోపాటు కోల్ తారులో ఉండును. అద్రావ్యసల్ఫేట్‌లవణములను ఇచ్చుటచేత క్వినొలీన్‌నుండి సల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌చే దీనిని వేరుచేయవచ్చును. ఇది రాసాయనికధర్మములలో క్వినొలీన్‌ను చాల పోలి ఉండును. ఇది క్వినొలీన్ యొక్క సమాంగ రూపము. (ద్రవాంకము 21°C ; క్వథనాంకము 237°C.) దీనికిని,



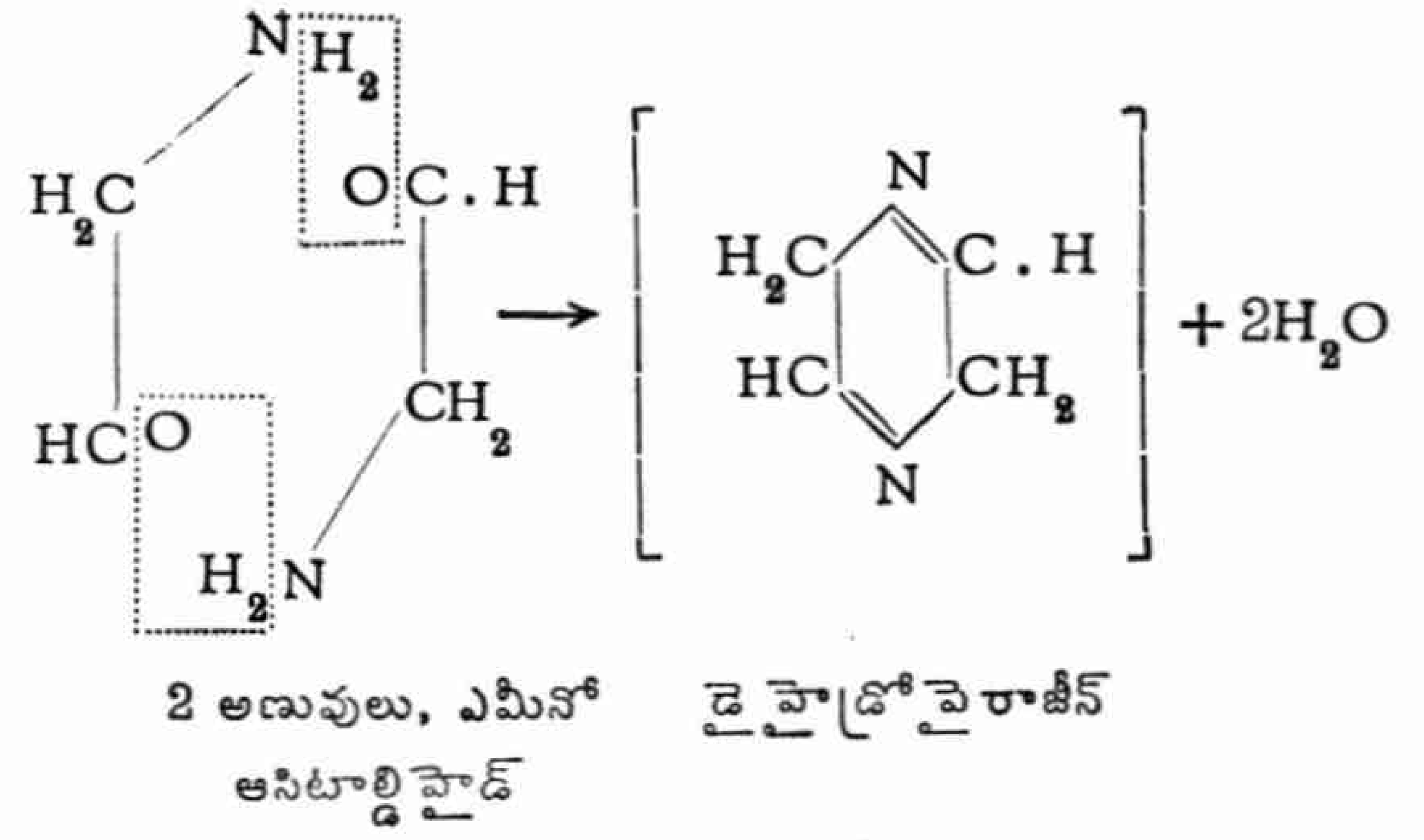
ఐసోక్వినొలీన్

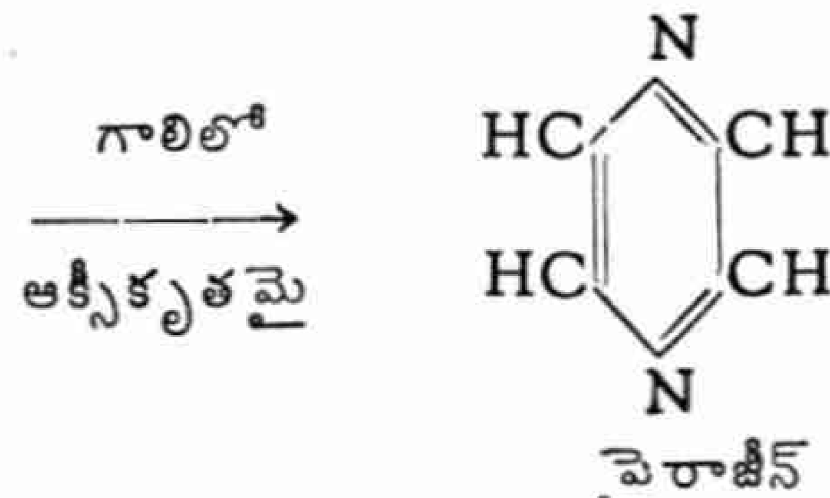
క్వినొలీన్‌కును గలభేదము : దీనిలో నైట్రోజన్ పరమాణువు వలయ భుజస్థానమును ఆక్రమించినది ; క్వినొలీన్‌లో కోటిస్థానమును స్వీకరించినది.

పైరాజీన్ ($C_4H_4N_2$) : ఎమినో ఆసిటాల్డిహైడ్ నుండి సంహననప్రక్రియాఫలితముగా పైరాజీన్‌ను సాధించవచ్చును.



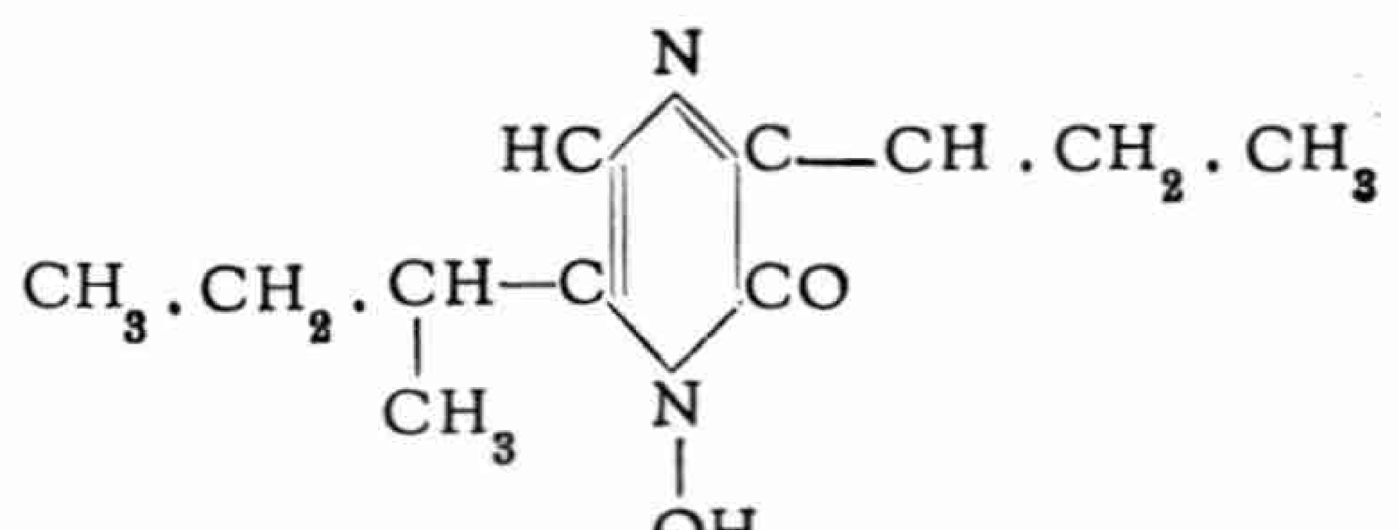

స్ఫటికద్రవ్యము (ద్రవాంకము 47°C, క్వథనాంకము 118°C). సోడియమ్‌ఆల్కహాల్ మిశ్రముతో ఆక్సీహరించబడినపుడు పిపరాజీన్‌గా మారును. యూరిక్ ఆసిడ్ శరీరమునుండి వెళ్ళగొట్టుటకు పిపరాజీన్ చికిత్సాసాధనముగా వాడుకలో ఉన్నది.



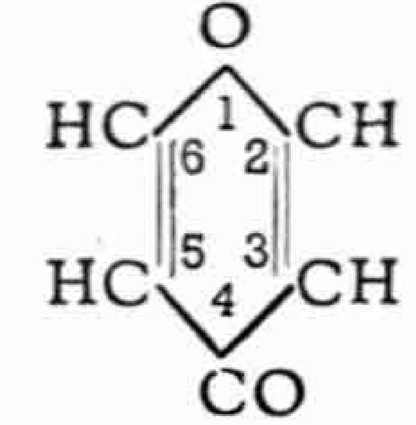

బెన్జీన్‌వలయముతో సంహతమైన పైరాజీన్‌వలయము నుండి అనేకవిధములగు (ఫినాజీన్, ఇండాంత్రీన్ మొదలగు) వర్ణద్రవ్యములు ఉత్పత్తిచేయబడుచున్నవి.

ప్రకృతిలోదొరకు పైరాజీన్‌వ్యుత్పన్నములలో ఆస్పర్జిల్లిక్‌ఆసిడ్ చాలవిచిత్రమైనది. ఇది క్షయరోగచికిత్సకు వాడుకలోనున్న స్ట్రెప్టోమైసిన్. టైఫాయిడ్‌జ్వరచికిత్సాసాధనమగు క్లోరోమైసిటిన్‌వంటి ఆంటిబయాటిక్ ఔషధముల వర్గమునకు చెందినది. దీని సాంకేతికము :



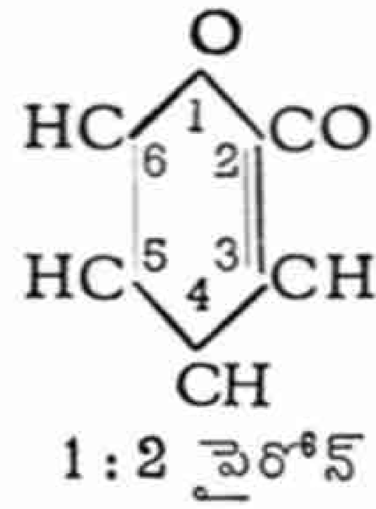

దీనిని ఆస్పర్జిలస్ ఫ్లేవస్ అను సూక్ష్మజీవినుండి తయారుచేయుదురు.

షడ్ఘటకవిషమవలయయౌగికములలో γ-పైరోన్ అను ఆక్సిజన్ ఘటకముగల యౌగికము చాల ప్రధానమైనది. ఏలన దీనినుండి ప్రకృతిలోదొరకు అనేకవర్ణద్రవ్యములు వ్యుత్పన్నమైనవి. వీటిలో ఫ్లావోన్‌లు, జాన్థోన్‌లు, ఆంతసైనిన్‌లు చాలముఖ్యములైనవి.



γ-పైరోన్ అనగా 1 : 4 పైరోన్

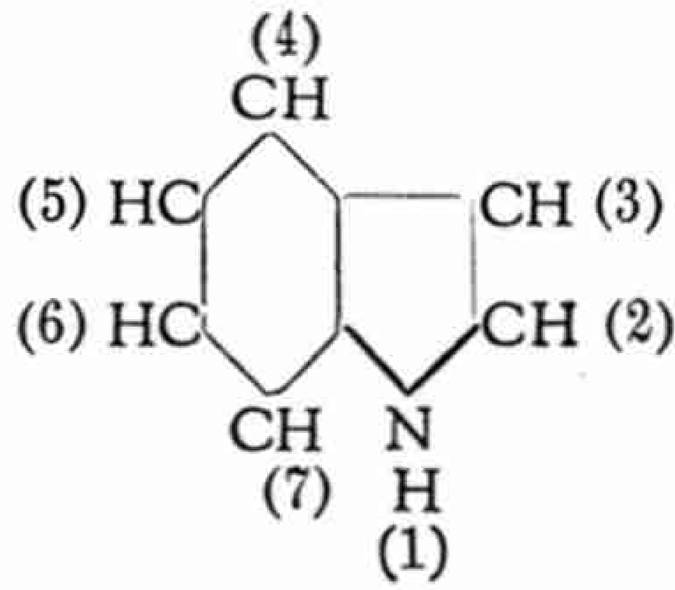
γ-పైరోన్‌లోవలె కోటిమీదగాక CO గణము భుజము పైనున్న యౌగికమునకు α-పైరోన్ లేదా 1 : 2 పైరోన్ అని పేరు.



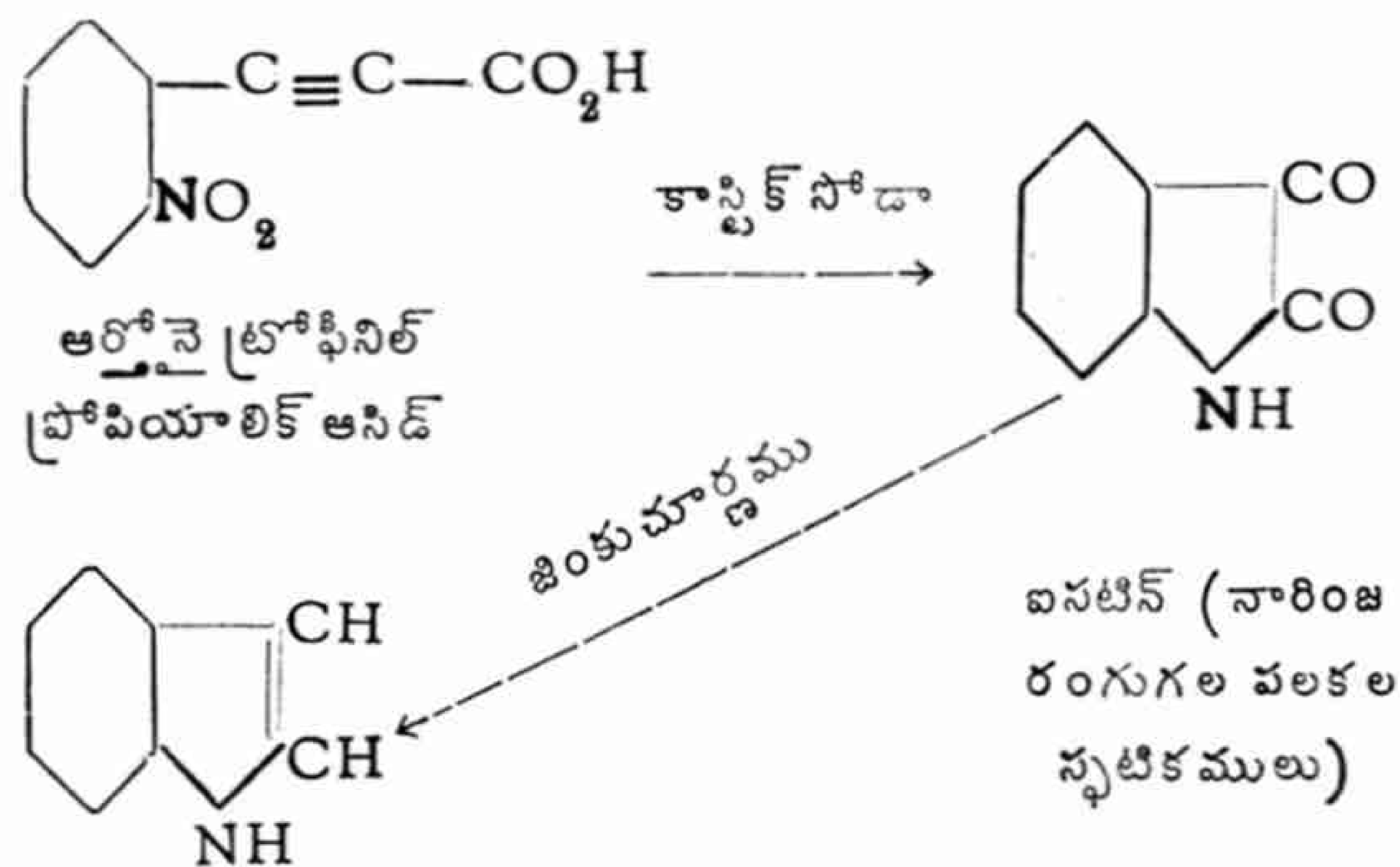
1 : 2 పైరోన్

ఈ రెండవ యౌగికమునుండి సుగంధయుతములగు వ్యుత్పన్నములు ఉద్భవించినవి.

ఇండోల్ : ఒక బెన్జీన్ వలయము ఒక పిర్రోల్ వలయముతో సంహతమైనపుడు ఇండోల్ సంహతవలయము ఏర్పడును :




ఇది కోల్ తారులో ఉండును. మల్లెపువ్వులసారమువంటి కొన్ని పరిమళ సారములలోను, మానవునిమలములోను కూడ ఇది సంభవించును. నీలిమందుతో దీనికిగల రాసాయనిక రచనాసంబంధముచేతను, శరీరమందు ప్రోటీన్ విచ్ఛేదనమువలన కలుగు ద్రవ్యములలో ఒకటి అగుటచేతను ఇది చాల ప్రాముఖ్యమును గడించినది. నీలిమందును ఆక్సీకరించి దీనిని తయారుచేయవచ్చును ; లేదా క్రిందివిధమునకూడ దీనిని సంయోజన పద్ధతిచే నిర్మించవచ్చును :




ఇండోల్ తెల్లని రేకులుగా స్ఫటికీకరించును. (ద్రవాంకము 52°C) రాసాయనిక ధర్మములలో పిర్రోల్‌ను పోలియుండును ; అసహ్యమైన దుర్వాసనగలది.

నీలిమందును (చూ. వర్ణద్రవ్యములు-పు. 610) దీనినుండి ఉత్పన్నమైనదానిగా భావించవచ్చును. కె. ఎస్. మూర్తి.

**వీన్, కార్ల్‌మాక్స్** (1866-1938) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. వీన్ కొన్నాళ్లు వుర్జ్‌బర్గ్‌లో రన్టజన్‌కు సహాయకుడుగా పనిచేసి డాన్జిగ్‌లో భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా 1904 లో నియమితుడయ్యెను. తరువాత 1911 మొదలు 1935 వరకు ఈనాలో అట్టి ఉద్యోగమునే నిర్వహించెను. అధిక పౌనఃపున్యముగల విద్యుత్ అయస్కాంతవికిరణములు, ఆఘాతోత్తేజనము, అత్యధికశక్మవ్యత్యాసములో విద్యుత్ విశ్లేష్యద్రవ్యముల ప్రవర్తన, ఈవిషయములన్నిటియందును మహత్తరమైన పరిశోధనలను కావించెను. విల్‌హెల్మ్ వీన్‌కు (చూ. దిగువ) ఈయన పెదతండ్రికొడుకు. వం. స. నా.

**వీన్, విల్‌హెల్మ్** (1864-1928) : గాటింజన్, హైడెల్‌బర్గ్, బెర్లిన్ విద్యాసంస్థలలో విద్యనభ్యసించి కొన్నాళ్లు హెల్మ్‌హూల్‌ట్స్‌విజ్ఞానికి సహాయకుడుగా పనిచేసెను. తరువాత ఎయ్‌లాషాపిల్‌లో ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించి క్రమముగా గీసెన్, వుర్జ్‌బర్గ్, మ్యూనిక్ యూనివర్శిటీలలో ఆచార్యపదవులను స్వీకరించెను. కృష్ణవస్తువికిరణాను శీలనయందు ప్రామాణికవైదుష్యమును సంపాదించినవాడు. ఈ పరిశోధనరంగములో ఈయనచే ప్రకాశితమైన నియమము వికిరణశాస్త్రమందు ప్రసిద్ధము. గరిష్ఠశక్తి సాంద్రతగల తరంగముయొక్క పొడవును, పరమమానములో తాపక్రమముచే గుణించగా వచ్చిన ఫలము ఒకస్థిరాంకమై ఉండును అనునది ఈ నియమము. వం. స. నా.

**వెండి** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వాంకము 47 ; సంకేతము Ag ; పరమాణుభారము 107·88; విశిష్టగురుత్వము 10·5 ; ద్రవాంకము 960·8°C, క్వథనాంకము 2180°C. ఇంగ్లీషులో దీనిని ‘సిల్వర్’ అందురు. దీనికి మరొక పేరు ‘రజతము’. ప్రకృతిలో వెండి విడిగాను, సంయుక్తస్థితిలోనుకూడ దొరకును. ప్రాచీన కాలమునుండి వెండి ఉపయోగమున కలదు. ముఖ్యమైన ఖనిజములు : అర్జెంటైట్ (సిల్వర్ సల్ఫైడ్ $Ag_2S$), హార్న్‌సిల్వర్ (సిల్వర్ క్లోరైడ్ AgCl). వెండి తరుచుగా బంగారముతో కలిసి దొరకుచుండును. ప్రపంచమందు నేడు సాధింపబడుచున్న వెండిలో అధికభాగము సీసము, రాగి, జింకు ఖనిజములనుండి ఆయాధాతువులను సాధించుటలో ఉపద్రవ్యముగా లభ్యమగుచున్నది.

ధాతుసాధన : ఖనిజముయొక్క స్వభావమునుపట్టి అనేక విధములగు సాధనవిధానములు విస్తరించబడినవి.

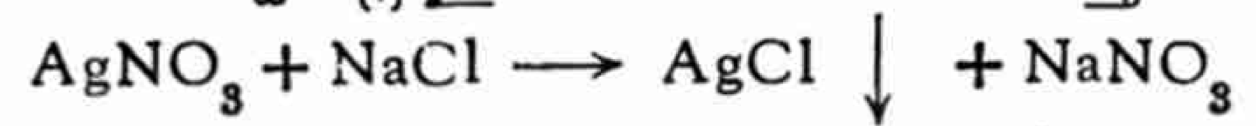
ఇందు సైనైడ్‌విధానము, రసమిశ్రవిధానము, విరజతీకరణ (డి-సిల్వరైసింగ్) విధానము, విద్యుత్‌విశ్లేషణ విధానము అనునవి ముఖ్యములు. కాని నేడు కేవలరజత ఖనిజముల నుండి వెండిని సాధించుటలో ఎక్కువ ఆచరణలోనున్నది సైనైడ్‌విధానము ఒక్కటియే. వెండిగాని, దానియౌగికములుగాని సోడియమ్, పొటాసియమ్ సైనైడ్‌ల ద్రావణములలో విలీనమగుననువిషయము ఈ విధానమునకు ఆధారము. ఖనిజమును చూర్ణముగానొనర్చి సోడియమ్ సైనైడ్‌ద్రావణములో ఉంచుదురు. విలయన కార్యమునకు గాలి మెండుగా అవశ్యకము కనుక ద్రావణములోనికి గాలిని పైనుండి ప్రవహింపజేతురు. వెండి ఖనిజములను విలయనమొనరించుటకు బంగారము ఖనిజములకు అవశ్యకమైనదానికన్న హెచ్చుగాఢమైన సోడియమ్ సైనైడ్‌ద్రావణము కావలయును. ద్రావణమును యంత్రములతో వడపోసి, నిర్మలమైన ద్రావణము నుండి బంగారము సాధనలోవలె జింకుముక్కలనుగాని, అల్యూమినియము ముక్కలనుగాని ద్రావణములో ఉంచుటచే వెండి అవక్షేపముగా లభించును. అవక్షిప్తమైన వెండి బూడిద రంగు కలిగి ఉండును. దీనిని సురేకారముతో కరగించి శుద్ధిచేయుదురు.

మూసవిధానము (కూపెలేషన్): విద్యుత్‌విశ్లేషణ విధానమునగాని, మూసవిధానమునగాని వెండి శుద్ధముకావించవచ్చును. మూసవిధానమందు మలినములతోకూడియున్న వెండిని సీసముతో కలిపి కరగించి ధాతుమిశ్రముగా చేయుదురు. ఎముకలపొడితో తయారైన పళ్లెమువలెనుండు మూసపై ఈ ధాతుమిశ్రమును ఉంచి మూసను కొలిమిలో వేడిచేయుదురు. వేడిచేయుకాలమందు గాలి ధారాళముగా ధాతుమిశ్రమునకు తగులునట్లు చూతురు. వెండిలోనున్న రాగి ఆక్సీకరించబడి కాపర్ ఆక్సైడ్, సీసము గాలిలో కాలుట వలన ఏర్పడిన లెడ్‌ఆక్సైడ్‌లో కరగిపోవును. ఈ ఆక్సైడ్ మిశ్రము మూసయొక్క సూక్ష్మరంధ్రములలో విలీనమైపోయి తళతళమను పరిశుద్ధమైన వెండి మూసలో మిగిలి యుండును.

ఉపయోగములు: బంగారమువలె వెండికూడ నాణెములకు విస్తారముగా ఉపయోగపడుచున్నది. నాణెములకు గట్టిదనమును ఇచ్చుటకై వెండితోపాటు కొంచెము రాగిని కూడ కలుపుదురు. పాత్రలకు, నగలకుకూడ వెండిని విరివిగా వాడుచున్నారు. వస్తువులను వెండి మలామా చేయుటలో చాలవెండి ఖర్చగుచున్నది. కొన్ని విశిష్ట ధాతుమిశ్రములను వెండిసోల్డర్‌ను తయారుచేయుటయందు, అద్దములకు కళాయిపూయుటకు, హాలోజన్ లవణరూపమున ఛాయాచిత్రఫలకములను, ఫిల్ములను తయారుచేయుటకు వెండి చాల వాడుకలో ఉన్నది. వెండి యౌగికములు ప్రబలమైన క్రిమిహరములగుటచే, వీటికి చికిత్సలోకూడ కొంతవాడుక ఉన్నది. చెరిగిపోని సిరాలను తయారుచేయుటకుకూడ కొంతవెండి ఉపయోగపడుచున్నది. పరిశోధనాగారమందు విశ్లేషణప్రక్రియలతో సిల్వర్ నైట్రేట్ లవణము చాలముఖ్యమైనసాధనము.

యౌగికములు : రజత లవణములలోకెల్ల సిల్వర్ నైట్రేట్ చాలముఖ్యమైనది. వెండిధాతువుపై నైట్రిక్ ఆసిడ్ యొక్క చర్యవలన సిల్వర్ నైట్రేట్ లభ్యమగును. ద్రావణమునుఇగురపెట్టి సాంద్రీకరించినచో లవణస్ఫటికములు లభించును. సిల్వర్‌నైట్రేట్‌ద్రావణమును వెలుతురుకు ఎదురుపెట్టినపుడుగాని, లేదా కాగితము, మన చర్మము మొదలగు కార్బన్‌యౌగికముల సంపర్కమున కాని నల్లటిసూక్ష్మవిభక్తమైనధాతుకణములు ద్రావణము నుండి విడివడును. ఈగుణమే బట్టలకుగురుతువేయుటకై చెరిగిపోని సిరాను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించును. ఛాయాచిత్రఫలకములను, ఫిల్ములను తయారుచేయుటకు వలయు సిల్వర్ హాలోజన్‌యౌగికముల నిర్మాణమునకు సిల్వర్‌నైట్రేట్‌యొక్క వాడుక హెచ్చగుచున్నది. ఏలన నేటి సినిమా పరిశ్రమలో సిల్వర్ ఛాయాగ్రహణ లవణములచే పూయబడియుండు సెల్యులాయిడ్ ఫిల్ము అపరిమితముగా తయారగుచున్నది.

సిల్వర్‌క్లోరైడ్ : సిల్వర్‌నైట్రేట్ ద్రావణమును సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌ద్రావణముచే ద్విపరివర్తనకార్యమును జరిగించినపుడు సిల్వర్‌క్లోరైడ్ విరుగువలె అవక్షిప్తమగును.



$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$$

ఇది నీటిలో కరగదు. కాని అమోనియాలో సోడియమ్ థయోసల్ఫేట్‌లవణద్రావణముతో ధారాళముగా విలీనమగును. వెలుతురులో దీనిరంగు ఊదాగా మారి, ఇది కొంత రాసాయనికపు మార్పును చెందును. ఫోటోగ్రఫీకి కావలసిన చిత్రముద్రణ (పి.ఓ పి.) కాగితములను తయారు చేయుటయందు ఈలవణము ఉపయోగించును.

సిల్వర్ సల్ఫేట్ : ధాతువును గాఢసల్ఫ్యూరిక్‌ఆసిడ్‌తో వేడిచేసిన లభ్యమగును. ఈలవణము నీటిలో చాల స్వల్పముగా కరగును. తీక్ష్ణముగవేడిచేసినపుడు ఈలవణము రాసాయనికముగా విడిపోయి ధాతువు మిగిలియుండును. (చూ. రాగివర్గము - పు. 567). బి. గో. కృ.

**వెనేడియమ్** : రాసాయనికమూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 23 ; సంకేతము V ; పరమాణుభారము 50.95. విశిష్ట గురుత్వము 5.9; ద్రవాంకము 1720°C. దీనిని

1831 లో నిల్స్ గేబ్రియల్ సెఫ్‌స్ట్రమ్ కనుగొనెను. పాట్రొనైట్ [వెనేడియమ్ పెంటాసల్ఫైడ్ ($V_2S_5$)] పెరూదేశమందు, కార్నొటైట్ (పొటాసియమ్‌యురేనిక్ వెనేడేట్) కొలొరాడో లభించును ; వెనేడినైట్ (లెడ్ వెనేడేట్) అనునది మరొక ముడిఖనిజము.

వెనేడియమ్ పెంటాక్సైడ్ సల్ఫర్ ట్రైఆక్సైడ్ నిర్మాణములోను, నాఫ్థలీన్‌నుంచి తాలిక్‌ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటలోను చాలప్రసిద్ధిగాంచిన ప్రేరకద్రవ్యము. (చూ. వెనేడియమ్ వర్గము). మే. వ. న.

**వెనేడియమ్ వర్గము** : ఇందు వెనేడియమ్, నియోబియమ్, టాంటాలమ్ ఉన్నవి. ఇవి చాల అరుదుగా దొరకు ధాతువులు. ఉక్కులను తయారుచేయుటలో వెనేడియమ్ ముఖ్యముగా వాడుకలోనున్నది. ఆమ్లములకు లొంగని ఉక్కులను తయారుచేయుటలో నియోబియమ్, టాంటాలమ్ ఉపయోగపడుచున్నవి. అందుకు హెచ్చు సుకరముగాలభించు టాంటాలమ్‌యొక్క ఉపయోగము నియోబియమ్‌కన్న ఎక్కువ.

ఇవి IVa వర్గమునకు చెందిన ధాతువులంత చురుకైనవి కావు. అయినను హెచ్చుతాపక్రమములవద్ద హేలొజన్‌లు, ఆక్సిజన్, గంధకము, నైట్రోజన్, కార్బన్ మొదలైన మూలద్రవ్యములతో ఇవి సంయోగించును.

వెనేడియమ్ నైట్రిక్‌ఆసిడ్‌లో కరగును. వెనేడియమ్ వివిధ ఆక్సీకృతస్థితులను స్వీకరించగలదు. వెనేడస్‌ఆక్సైడ్ (VO) ధూసరవర్ణము గలది. వెనేడిక్‌ఆక్సైడ్ ($V_2O_3$) నలుపురంగు. వెనేడియమ్‌డై ఆక్సైడ్ ($VO_2$) నీలిరంగు - ఇవన్నియు ఘనద్రవ్యములే. వెనేడియమ్‌పెంటాక్సైడ్ ఎఱ్ఱ రంగు. నీచఆక్సీకృతఆక్సైడ్‌లు ఆక్సీహారక ద్రవ్యములు ఉన్నతస్థితులు ఆక్సీకారకములు. త్రియోజనీయ నియోబియమ్ ఆక్సీహారకము. పంచయోజనీయస్థితిలో మూడుధాతువులును జలవిశ్లేషణము జెంది ఆసిడ్ అయన్‌లను ఇచ్చును. వెనేడేట్‌లు గుణములో ఫాస్ఫేట్‌లను పోలి ఉండును.

ధాతుసాధనకు చూర్ణవిధానముమిక్కిలి ఉపయుక్తము (చూ. ధాతు సాధన - పు. 534 ; టాంటాలమ్ పు. 348 ; వెనేడియమ్ పు. 710; నియోబియమ్ - పు. 435). మే. వ. న.

**వెర్నర్, అల్‌ఫ్రెడ్** (1866 - 1919) : స్విడన్ రాసాయనికుడు. జన్మ ఫ్రెంచ్ దేశమున. 1893 నుండి 1919 వరకు జ్యూరిక్ యూనివర్సిటీలో రాసాయనికశాస్త్రాచార్యుడుగా ఉండెను. 1913 లో నోబెల్ బహుమతిని పొందెను. కార్బన్ యౌగికరచనానుశీలనయందు తనకు గల అభినివేశము ఈతని అణుయౌగికముల (మోల్‌క్యులర్ కాంపౌండ్స్) పరీక్షకు ప్రేరించినది. 1893లో అణుయౌగికముల గురించి తను చేపట్టిన విచారసరణి అంతయు ఒక స్వప్నములో ఒక సమగ్రసిద్ధాంతరూపమున నిబద్ధమైనది. స్వప్నము మరునాడు మధ్యాహ్నమగుసరికి సిద్ధాంత విప్లవాత్మకమగు వ్యాసరూపమున వెలువడినది. తరువాత 20 సంవత్సరముల కాలము తన సిద్ధాంతమునకు తాను స్వీకరించిన కల్పనల ప్రాయోగికనిరూపణయందు నిమగ్నుడై నాడు. ఈకల్పనల యథార్థత తన చేతనేగాక స్వతంత్రపరిశోధనలను సల్పిన పలువురు ఇతరులచేకూడ రుజువుచేయబడినది. మే. వ. న.

**వోల్టా, కౌంట్ అలిసాండ్రో** (1745 - 1827) : ఇటలీ భౌతిక విజ్ఞాని. పావియా యూనివర్సిటీలో ఆచార్యుడుగా పనిచేయుచున్న కాలములో ప్రవాహవిద్యుత్ క్షేత్రమందు గాల్వనీ కావించిన పరిశోధనలతో పరిచయము సంపాదించి, ప్రవాహవిద్యుత్‌జననసిద్ధాంతమును ఒకదానిని ప్రతిపాదించెను. వోల్టాపేర్పు అను ప్రవాహవిద్యుత్‌జనక సాధనమును నిర్మించెను. విద్యుత్‌శక్మయూనిట్ 'వోల్ట్' ఈయనపేరును మోయుచున్నది. 1791 లో కోప్లీ పతక బహుమానమును ఇచ్చి లండన్ రాయల్ సంఘము ఈయనను అభినందించినది. అ. వెం. సూ. రా.

**శక్తిశాస్త్రము** (తెర్మోడైనమిక్స్) : తొలిని ఈ శాస్త్రము ఉష్ణతాశక్తికిని, యాంత్రికశక్తికిని గల పరస్పర సంబంధమును చర్చించుటతో మొదలుపెట్టుటచే దీనికి తెర్మోడైనమిక్స్ (తాపగతి శాస్త్రము) అను పేరు వచ్చినది. తరువాత విద్యుచ్ఛక్తి, రాసాయనికశక్తి, కాంతిశక్తి మొదలగు శక్తిరూపములన్నియు తాపము క్రింద మారుననియు, ఆ మారుటలో ఈ శక్తులన్నియు పరస్పరాన్వయ ధర్మములను పాటించుననియు కనుగొనిన తరువాత 'శక్తిశాస్త్రము' అను పేరు సమంజసముగా తోచినది.

శక్తిశాస్త్ర ప్రధాన సూత్రములు మూడు. మనకు ఇదివరకు పరిచితమైనశక్తి నిత్యతానియమము (చూ. సమీక్ష - పు. 99). శక్తి ఒక రూపమునుండి ఇంకొక రూపమునకు మారుప్రక్రియయందే అది మనకు గోచరించును. ఒక ద్రవ్యవ్యవస్థ శక్తిని కోలుపోవునపుడు, అనగా వేడినీరు చల్లారునపుడు ఆశక్తి పరిసరముల ప్రవేశించును. ద్రవ్య వ్యవస్థ కోలుపోయిన శక్తి, పరిసరము లార్జించిన దానికి నిశ్శేషముగ సమానము. అనగా శక్తి ఎన్నడును నాశనమొందదు. ఒక రూపమున తిరోభవించినశక్తి ఇంకొక రూపమున సమాన రాశిలో ప్రాదుర్భవించును. ఈ తిరోభావ ప్రాదుర్భావ సంబంధమును సూత్రీకరించునదియే ఈ ప్రథమశక్తిశాస్త్రనియమము.

ఉష్ణత వేడి ఎక్కువగనున్న వస్తువునుండి వేడితక్కువగ ఉన్నదానిలోనికి (ఆ రెండును పరస్పర సంపర్కమున తేబడినపుడు) ప్రవహించును. ఎన్నడును అటునుంచి ఇటు జరుగదు. మంచుముక్కను ఒకదానిని ఒక పాత్ర నీటిలో పడవేసితిమేని, నీటి వేడిమి మంచుముక్కను ప్రవేశించుట వలన మంచు కరుగును. ఈ విషయమును శక్తి నిత్యతా నియమమునుండి నిగమించ వీలులేదు. ఏలన మంచుముక్క యొక్క చల్లదనము ఆత్యంతికము కాదు. దానియందు ఇంకను చాల వేడిమి గుప్తమై ఉన్నది. అందుచే అది దాని ఉష్ణతలో కొంత భాగమును పరిసర జలమునకు పంచియిచ్చి, దాని వేడిని ఎక్కువచేసి, తాను పూర్వముకన్న మరింత ఎక్కువ చల్లదనమును స్వీకరించవచ్చును. మంచుముక్క కోలుపోయిన వేడి, జలము గ్రహించిన వేడితో సమానరాశి సంబంధములో ఉండు పరిస్థితులలో, అట్టి ప్రక్రియ శక్తి నిత్యతా నియమమును ఉల్లంఘించదు. కాని ఇట్టి ప్రక్రియ ఎన్నడును సంభవించదు. ఉష్ణత ఎల్లప్పుడును ఒకేదిక్కుననే అనగా ఎక్కువ తాపక్రమమునుండి తక్కువ తాపక్రమముకు చలించును అను విషయము ఒక స్వతంత్రసూత్రముగా స్థాపించబడి ఉన్నది. దీనిని భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు అపరివర్తనీయతా నియమమని పేరిడిరి. ఇదియే ద్వితీయ నియమము.

ఈ పరివర్తనీయతా నియమనిర్వచనము కడు జాగరూకతతో నిర్వహించబడవలెను. ఏలన, ఉష్ణత ఎల్లప్పుడును ఎక్కువ తాపక్రమమునుండి తక్కువదానికి ప్రవహించును అనునది సర్వేసర్వత్ర నిజముకాదు. ప్రతిశీతక యంత్రమును దీనికొక విరుద్ధదృష్టాంతము. మంచు తయారుచేయు యంత్రము మంచుపెట్టెలోనున్న ఉష్ణతను బయటికితోడి వేసి, పెట్టెలోపలి భాగమును శీతలతరముగను, పరిసరములను ఉష్ణతరముగను చేయును. కాని అది అట్లు చేయుటకు విద్యుత్ మోటారునుండి లభ్యమగు యాంత్రిక శక్తిని ఉపయోగించుకొనును. ఈ శక్తియంత్రమున్న గది యొక్క సగటు తాపక్రమములోఉన్న ఉష్ణత క్రింద మారును. తాపముగా మారిన యాంత్రికశక్తిరాశి, శీతలీకరణోపకరణముయొక్క అంతరమునుండి తొలగించబడిన ఉష్ణతాశక్తి రాశికన్న చాల ఎక్కువ అని భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు రుజువుచేయగలిగెను. ఎక్కువ తాపక్రమములోనున్న ఉష్ణతను లేదా యాంత్రిక, విద్యుచ్ఛక్తిని ఉన్నత తర సోపానము క్రమములోనున్న శక్తిగా పరిగణించినచో, శీతలీకరణయంత్రమునందు ఉపయోగ్యశక్తికన్న అనుపయోగ్యముగా అకార్యకరముగ మిగులుశక్తి చాల ఎక్కువ అని తెల్లమగును. ఈ అపరివర్తనీయతా నియమమును ఈక్రిందిరీతిని నిర్వచించుట యుక్తము. మార్పునందు పాల్గొను ప్రక్రియలన్నియు సమూహముమీద పరిగణింపబడినచో, మొత్తపుశక్తి అనుపయోగ్యముగ మారును. అనగా మొత్తముమీద, ప్రక్రియ క్షతిపూరకముగ సంఘటిల్లుటకుంకించును. అనగా చాలశక్తి ఉపయోగ్యతా సోపానశ్రేణియందు క్రిందకు దిగజారినగాని, కొంత శక్తిని సోపానములపైకి ఎక్కించలేము. బోల్ట్స్‌మాన్ అను వియన్నా భౌతికశాస్త్రజ్ఞుడు ఈ పరివర్తనీయతా నియమమును సాంఖ్యక శాస్త్రదృష్టిలో వివరించగలిగెను. ఒక వస్తువునందు అంతర్భూతమగు ఉష్ణత, దాని అణువుల చలనఫలము. అణువుయొక్క సగటువేగము ఎక్కువైన కొలది, ఆ వస్తువు తాపక్రమము అధికమగుచుండును. కాని ఈ శక్తి అణువుయొక్క సగటు చలన వేగమునకు అన్వయించునన్న విషయము మరువరాదు. ప్రత్యేకాణువుల వేగములు అత్యంత భిన్నములు. వేడివస్తువులు శీతల వస్తువుతో సంపర్కమునకు తీసికొని రాబడినపుడు, వాటి అణువులు ఒకదానితో ఒకటి సంఘర్షించుకొనును. అప్పుడప్పుడు మందగతిగల ఒక అణువు తీవ్రగతిగల దానితో డీకొని దానికి తన వేగమునంతను సమర్పించి తీవ్రత గల అణువును మరింత తీవ్రగామిగా చేయవచ్చును. కాని ఇది చాల అరుదుగాజరుగు సంఘటన. మొత్తముమీద పరస్పర సంఘర్షణ ఫలముగ అణువుల వేగములు సమానీకృతములగుటకు ఎంతేనియు సంభావనకలదు. ఇట్లు ఉష్ణతా ప్రక్రియల అపరివర్తనీయతను పేకముక్కలు కలుపుట, లేదా రెండు వాయువులను, లేదా రెండు ద్రవములను కలుపుటవంటి మిశ్రీకరణ సంఘటనముగ వివరించవచ్చును.

కాని ఈ వివరణ అపరివర్తనీయతా నియమమును సమంజసముగ దోచునట్లుచేసినను అది ఒక అనపేక్షిత, సంకట పరిణామమునకు దారితీసినది. ఏలన దీనివలన ఈ నియమము దాని అశిథిలకార్యకారణ సార్థక్యమును కోలుపోయి, సంభవనీయతా యాదృచ్ఛికధర్మముగ రూపొందినది. పేకముక్కలు కలుపగా కలుపగా ఎట్టకేలకు ఎర్రముక్కలన్ని పైసగములోను నల్లముక్కలన్ని దిగువసగములోను అమరుకొనుట దుస్సాధ్యమని అనలేము. కాని సంఘటన అసంభవ నీయమనియే చెప్పగలము. సాంఖ్యకశాస్త్ర నియమములు అన్నియు ఇట్టి ప్రకృతికలవియే. అవి, క్రమరహిత విన్యాసముల సంభవనీయత చాల ఎక్కువనియు, క్రమయుత విన్యాసములు అత్యంత విరళముగ సంఘటిల్లుననియు చెప్పును. వస్తువ్యవస్థలో అణుసంఖ్య ఎక్కువైన కొలది, క్రమవిశిష్ట విన్యాసముల సంభవనీయత తగ్గుచుండును. కాని ఈ సంభవనీయత ఎన్నడును శూన్యము

కానేరదు. దృష్టాంతమునకు ఒక గదిలోని గాలిలో ఉన్న ఆక్సిజన్ అణువులు ఒక ప్రక్కకును నైట్రోజన్ అణువులు ఎదురుప్రక్కను యాదృచ్ఛికముగ ప్రోగగుటను జరుగనే జరుగదనలేము. కాని అది అతి విరళముగ జరుగు సంఘటన $10^{10^{10}}$ సంవత్సరముల వ్యవధిలో ఒకసారి ఈ యాదృచ్ఛిక సంఘటన జరుగగలదని లెక్కించబడినది. ఈ నియమము యొక్క గణిత వ్యాఖ్యానము సామాన్య ప్రేక్షావంతుని బోధపరిధిలోనికి ఎక్కునది కాదు గనుక దీని వైజ్ఞానిక దార్శనిక సార్థకతనే ఇచ్చట ముచ్చటించితిమి.

ఇక మూడవ నియమము: ఇది 20వ శతాబ్దాదిమ దశకములలో శక్తిశాస్త్రమున నెర్న్‌స్ట్‌చే చేర్చబడినది. దీనిని బోధపరచు కొనుటకై, రెండవ నియమ చర్చాపథమందు ఆవిర్భవించిన ప్రకృతినియమములన్ని సాంఖ్యక శాస్త్రదృష్టిలో సంభవనీయతా కలనములను భావము నుండి, నిగమించబడిన 'ఎంట్రోపి' అను క్లాసియస్‌చే ప్రవేశపెట్టబడిన నూతన భావము ఒకటి బోధపరచు కొనుట అవసరము. పరివర్తనీయ పరిణామమును చెందుచున్న ఒక ద్రవ్య వ్యవస్థ T అను ఒక నియత తాపక్రమమువద్ద dS అను తాపరాశిని గ్రహించినచో $\frac{dS}{T}$ దాని ఎంట్రోపి అతిశయము అని వ్యవహారము. ఇది మొదట క్లాసియస్‌చే శక్తిశాస్త్రీయ గణితావసరములకై సాంకేతికముగ ప్రవేశపెట్టబడినది. సహజ సంభవమగు ప్రక్రియలు అన్నియు అపరివర్తనీయములు. అట్టి ప్రక్రియా పర్యవసానముగ ఎల్లప్పుడును ఎంట్రోపి అతిశయించు చుండునని చూపవచ్చును. ఎంట్రోపి అతిశయమనగా, వ్యవస్థయొక్క కార్యోపయోగ్యశక్తి దిగజారుచున్నమాట. అందువలన, రశ్మిప్రసారము, తాపప్రాపణము, తాపవహనమువంటి వాటంతటఅవియే జరుగు ప్రక్రియలన్నిట, ద్రవ్య ప్రపంచము యొక్క ఎంట్రోపి అతిశయము, దాని సహచరమగు ఉపయోగ్యశక్తి క్షీణతవిశ్వమందు సతతము జరుగుచునే ఉండును. అనగా విశ్వముయొక్క ఎంట్రోపి సతతము అతిశయించుచునే ఉండును; ఉపయోగ్యశక్తి క్షీణించుచునే ఉండును. ఇట్లు విశ్వము యొక్క ఎంట్రోపి, అందలి తాపక్రమము భేదము లన్నియు, అడుగంటిన తరువాత గరిష్ఠమూల్యము నందు కొనును. అప్పుడు విశ్వము శాంతాంగారమువలె ఉపశాంతము, నిష్ప్రయోజనము, నిష్క్రియము అగును. దీనినే జీన్స్ విశ్వము యొక్క 'తాపనిర్వాణము' (హీట్ డెత్) అనినాడు.

ఈ ఎంట్రోపి భావమును సంభవనీయతా కలనముతో ముడిపెట్టినవాడు మరల బోల్ట్స్‌మాన్. ఈతని వివరణ భాషలో ఎంట్రోపి అతిశయమన సంభవనీయతా క్షీణత. ఈ సంభవనీయతాక్షీణతయొక్క లాగరితమ్ ఎంట్రోపి యొక్క గణితమూల్యము. అనగా ఎంట్రోపికి మానము ఈయన దృష్టిలో విశ్వములో క్రమ విన్యాసయుతములు క్రమరహితముగా మారుటకున్ముఖములు. క్రమము క్రమ రహితముగా మారుటయే ఎంట్రోపి అతిశయము. ఇట్టి మారుటయందే శక్తిఉపయోగ్యతారూపమున ప్రాదుర్భవించును. ద్రవ్యముల తాపక్రమము తగ్గుకొలది, వాటి యందంతర్భూతములగు అణు ఆకర్షణశక్తుల కారణమున క్రమ వివర్ధమానమగు క్రమ విన్యాసము గోచరించు చుండును. స్ఫటిక ఘనరూపమట్టి క్రమసన్నివేశమునకు పరాకాష్ఠ. ఇట్టిక్రమ విన్యస్తదశలో, ద్రవ్యముయొక్క ఎంట్రోపి కనిష్ఠమూల్యస్థితిలో ఉండును. తాపక్రమము పరమశూన్యమును చేరుకొలది క్రమ విన్యాసమెక్కువై, ఎంట్రోపి తగ్గుచుండును. శూన్య తాపక్రమము వద్ద ఎంట్రోపి శూన్యము. అచ్చట అన్ని స్ఫటికఘనద్రవ్యముల ఎంట్రోపి సమాన మూల్యములో గలవి అగును.

నిమ్న తాపక్రమము పరిస్థితులలో ద్రవ్యలక్షణముల పరీక్షయందు ఆరితేరిన నెర్న్‌స్ట్ శూన్యతాపక్రమము సమీపమున ఆయతనము, విశిష్టోష్ణత మొదలగు ఘనద్రవ్య ధర్మములు కొన్ని తాపక్రమ తంత్రములై ఉండవనియు, ఇవి గరిష్ఠక్రియారాశ్యుపకల్పకములనియు, అందువలన అవి అత్యంత నిమ్నతాపక్రమ పరిస్థితులలో వాటి ఆంతర గుప్తశక్తిని అంతటిని క్రియారూపమున వెలిబుచ్చ గలవనియు నిరూపించెను. కాని క్వాంటం వాదముచే అభ్యుపగతమైన ప్రమేయములు శూన్యతాపక్రమము అనునది ఎన్నటికిని చేరరానిదను భావమునకు దారి తీసినవి. ఈ పై ఉక్తుల సారాంశమును నెర్న్‌స్ట్ తన తృతీయశక్తి శాస్త్రనియమ రూపమున క్రింది విధమున సంక్షేపించెను:

1. నిరంతరముగ వేడినిగాని బాహ్యక్రియాశక్తినిగాని శూన్యము నుండి ఉపకల్పించగల తాపయంత్రమును నిర్మించుట సాధ్యముకాదు;

2. నిరంతరముగ పరిసరములవేడిని పనిక్రింద మార్చ గల పరమతాపయంత్రనిర్మాణము దుస్సాధ్యము;

3. ఒక వస్తువునుండి నిశ్శేషముగ వేడిని వెళ్లగొట్టి ఆవస్తువును శూన్యతాపక్రమము వరకు శీతలీకరించు శీతలీ కరణయంత్రముయొక్క నిర్మాణము అసాధ్యము. రాసాయనిక మైత్రి స్థిరాంకము K (చూ. రాసాయనిక మైత్రి-

పు. 580). తాపక్రమముపై ఆధారపడి ఉండుటను సమీకరణ రూపమున నెర్న్‌స్ట్ వివరించెను.

ఈ సమీకరణసహాయమున రాసాయనిక మైత్రిని ఏ తాప క్రమము వద్దనైనను నిర్ణయించవచ్చును. ఇది ఈ తృతీయ నియమ సార్థక్యము. మే. వ. న.

**శక్తిసమవిభాగ సూత్రము :** ఏదేని ద్రవ్యాణువునకు ఉష్ణతారూపముననున్న శక్తిని చేర్చిన, ఆ అణువు చలించు ప్రకారములెన్ని ఉన్నవో ఆప్రకారములన్నిటికిని ఆచేర్చిన ఉష్ణతాశక్తి సమముగా పంచబడును. దీనికే 'శక్తిసమ విభాగసూత్రము' (ప్రిన్సిపిల్ ఆవ్ ఈక్వి పార్టిషన్ ఆవ్ ఎనర్జీ) అని పేరు.

చలనప్రకారములు అనవెవ్వి ? ఒకవస్తువు అంతరాళములో యాదృచ్ఛికముగా ఏదిశను చలించినను గతిశాస్త్ర సిద్ధాంతప్రకారము ఆ చలనమును, పరస్పరము లంబముగా నున్న మూడు దిశల (అనగా క్రిందు-మీదు, కుడి-ఎడమ, ముందు-వెనుక) జరుగు చలనముక్రింద విడదీసి చూపవచ్చును. దీనికి చలనపృథక్కరణమని పేరు. సాధారణముగా అంతరాళములో చలించు ఏవస్తువునకైనను, మూడుప్రత్యేకదిశలలో మూడు చలన ప్రకారములు కలవు. ఈ చలన ప్రకారమునకు శాస్త్రీయనామము 'స్వేచ్ఛాంశ'. అనగా చలించు ప్రతివస్తువునకు మూడు స్వేచ్ఛాంశలు గలవు. కాని ఈ ప్రతిపాదనము ఒక స్థానాంతరచలనమునకే అన్వయించును. స్థానాంతరచలనము కాక వస్తువులకు ఇంకను రెండువిధములగు చలనప్రకారములు అందుబాటులో ఉన్నవి. అందొకటి భ్రమణము :అనగా బొంగరమువలె తనలో తాను గిరగిరతిరుగుట; మరి యొకటి కంపనము : అనగా ఒక విశ్రాంతిస్థానమును ఆశ్రయించి గోటమీటిన వీణతీగవలె ఇటునటు కదలుట.

ఈ గతిప్రకార భావము లన్నియు వాయు ద్రవ్యధర్మములు వివరించుటకై నిర్మించబడిన చలదణుసిద్ధాంతములో స్పష్టములయినవి. అందుచే ఇచ్చట మనము చలన ప్రకారనిరూపణము వాయుఅణువులకే ప్రసక్తించునటుల నిర్వహింతము.

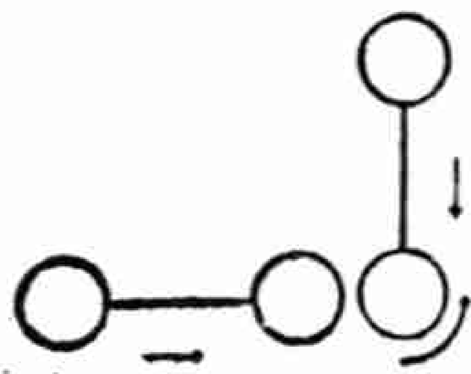
చలదణుసిద్ధాంత ప్రకారము ఒకపాత్రయందు ఇమిడి ఉన్న వాయుద్రవ్యము ఏదియైనను, కోట్లకొలదిగానున్న విడివిడి అణువుల సముదాయము. ఈ అణువులు సంతతము చలించు స్వభావము కలవి. పైనుండి నిర్బంధమేమియు లేకపోయిన ప్రతిఅణువు ఋజుమార్గములోనే చలించును. ఇట్టిమహత్తర సంకులస్థితిలో అణువులు పరస్పరము డీకొనుట తప్పదు. ఆ డీకొనుటలో అణువుల చలనదిశ మారవచ్చును. ఇట్టిస్థితిలో ఆపాత్రలోనున్న అణువులకు ఏఏ ప్రకారముల చలనము అందుబాటులో ఉన్నదో కొంచెము పరిశీలింతము. ముందుచెప్పిన (ప్రతివస్తు నియతమైన) స్థానాంతర చలనము అణువులకుండుటను సులభముగా ఊహించవచ్చును. ఇదిగాక తక్కినరెండురకముల చలనములు, అనగా భ్రమణము, కంపనముకూడ అణువుల కుండునట్లు మనము ఊహించగలమా ? మొదట సరళ రచనగల ఆర్గాన్ అణువు వంటి అణువును తీసికొందము. ఈఅణువుయందు బఠానీ గింజవలె గుండ్రముగానున్న ఒకే పరమాణువు ఉండుట దీని సారళ్యసూచకము. ఇట్టిఅణువులు కోటానుకోట్లు ఆపాత్ర యందు ఇటునటు కదలుచు, ఒకదానితోఒకటి డీకొనుచు అతిసంకులముగా ఉన్నవి. డీకొనినప్పుడేకదా చలనమందు మార్పుకలుగునని మనము ఊహించవలసినది. ఆమార్పులో స్థానాంతర చలనము భ్రమణముక్రింద మారుటకు అవకాశము ఉన్నదా అని మనము ఆలోచించవలసి ఉన్నది. అంతరాళములో తేలి కదలుచున్న ఒకగోళము, అట్లే తేలుచు కదలుచున్న మరియొకగోళమును ఏవిధమున డీకొనినను, స్థానాంతర చలనమునే కలిగించును కాని గోళమును తనలో తాను తిరుగునట్లుచేయలేదు. అనగా భ్రమణమును కలిగించలేదు. ఇక ఏక పరమాణు ఘటితాణువునకు కంపనవిధ చలనము ఉండునా ? కంపనము అనగా ఒకస్థిరస్థానమును ఆశ్రయించి జరుగు చలనమని ఈవరకే చెప్పియుంటిమి. అనగా ఆ వస్తువు తన స్థిరస్థానమునుండి కొంచెము ఆవలకు జరిగినపుడు ఆవస్తువును మరల తొంటిస్థానమునకు తీసికొనిరా ప్రయత్నించుబలము ఉండవలెను. వీణతీగ రెండు వైపులకు బిగింపబడియుండి చేతితో మీటినపుడు తీగ తొంటి స్థానము నుండి మొదట కదలినను దాని రెండుకొనలను బిగించుటచే కలిగిన స్థితిస్థాపకబలప్రభావమున తీగ మరల మరల తన స్థిరస్థానమునకు వచ్చుచుండును. అట్టి స్థిరస్థానమునకు బంధించుపరిస్థితు లెవ్వియు ఈ అణువునందు లేవు. అందుచే ఏకపరమాణుక అణువు వాయుస్థితిలో కంపనమును స్వీకరించలేదు. అందుచే ఏకపరమాణుక అణువునకు అందుబాటులో నున్నవి స్థానాంతర చలనప్రకారములే.

ఇక అణువు ద్విపరమాణుకరచనను (హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ మొదలుగా గలవి) కలిగి ఉన్నచో దానికి ద్విముండా కారమే (చూ. 1 వ పటము) కాని గోళాకారము సిద్ధించదు.

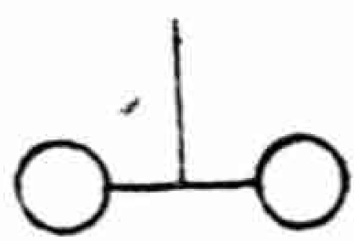
1 వ పటము

డంబెల్‌రచన ఇట్టి రెండు అణువులు, 2 వ పటము (చూ. పు. 715)లో చూపిన విధముగా డీకొనిన వై అణువు భ్రమణమును స్వీకరించుటకు సంభావనచాల కలదు. అనగా ద్విముండాకృతిగల ద్విపరమాణుకాణువులు భ్రమణమును

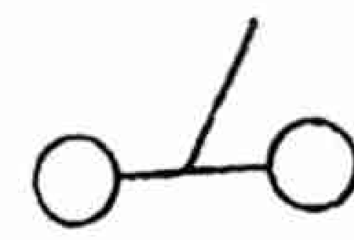
కూడ గ్రహించగలవు. ఆ భ్రమణము రెండు పరమాణువులను కలుపు అక్షరేఖకు లంబములుగా నుండు మరి రెండు అక్షములు అనగా ఊర్ధ్వలంబాక్షము, క్షితిజ లంబాక్షము (ఈ అక్షము ఈ పుట యొక్క తలమునకు లంబముగా ఉండునని ఊహించ వచ్చును) చుట్టును జరుగునని ఊహించ వచ్చును. 3 వ పటములో భ్రమణ తలము పత్రతలమునకు లంబముగా ఉండును. 4 వ పటమునందు భ్రమణము పత్రతలములోనే జరుగును. అయితే రెండు పరమాణువులను కలుపుచున్న రేఖను అక్షముగా స్వీకరించి అణువు ఏల భ్రమించకూడదు అని ప్రశ్న రావచ్చును. కొంచెము ఆలోచించిన సంధానాక్షము చుట్టు అణువు భ్రమించుట అసంభవమని మనకు సులభముగా తోచును. దీని సంగతార్థము ఏమన ద్విముండాకృతిగల ప్రతిఅణువునకు భ్రమణప్రకారములు రెండు కలవు. అనగా భ్రమణ స్వేచ్ఛాంశలు రెండు. స్థానాంతర చలనము కలిగి ఉండియు ఈఅణువు భ్రమణమును కూడ స్వీకరించగలదు; గనుక దీనికి మొత్తము మీద అయిదుచలన ప్రకారములు లేదా అయిదు స్వేచ్ఛాంశలు గలవు.



2 వ పటము
రెండు ద్విపరమాణుకముల సంఘట్టనము



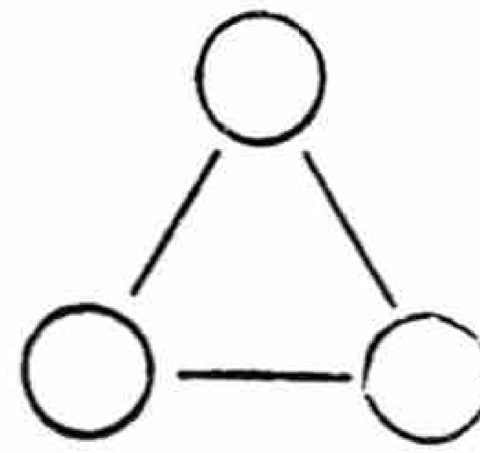
3 వ పటము
ఊర్ధ్వలంబాక్షము



4 వ పటము
క్షైతిజలంబాక్షము

అయితే ద్విపరమాణుకాణువునకు కంపనము ఉండవచ్చునా ? ఉండవచ్చుననియే తోచుచున్నది. ఏలన ఇందు రెండుపరమాణువులు పరస్పరబంధితములై ఉన్నవి. ఒక పరమాణువు కొంచెముదూరముగా పోనుంకించిన రెండవదాని ఆకర్షణబలము మొదటిపరమాణువును పూర్వస్థానమునకు మరల వచ్చునట్లు చేయుచుండును. అనగా ఇచ్చట ఈరెండు పరమాణువుల మధ్యనున్న ఆకర్షణ బలము పూర్వావస్థాప్రాపకముగా పనిచేయును. అందుచే ఈ రెండింటికిని కంపనమునకు అవకాశము కలదు. కంపనము ఎప్పుడును సంధానాక్షమును అనుసరించి జరుగును గనుక ద్విపరమాణుకములోనున్న ప్రతిపరమాణువునకును కంపనమను మరియొక చలనప్రకారము ఉన్నది. అనగా ద్విపరమాణుకమునకు ఒక కంపన స్వేచ్ఛాంశకూడ కలదు. అయితే మొత్తముమీద ద్విపరమాణుకమునకు స్థానచలన స్వేచ్ఛాంశలు మూడు, భ్రమణస్వేచ్ఛాంశలు రెండు, కంపనస్వేచ్ఛాంశ ఒకటి మొత్తము ఆరు స్వేచ్ఛాంశలు కలవు. కాని, స్వేచ్ఛాంశలన్నియు ఉపయోగములోనికి రావలయునను నియమములేదు. ఎన్ని స్వేచ్ఛాంశలు ప్రవృత్తిలోనున్నవో అనువిషయము ప్రయోగమే నిర్ధరించవలెను. ఏలన ఆరు స్వేచ్ఛాంశలకు అవకాశము ఉన్నను ద్విపరమాణుకము కంపన స్వేచ్ఛాంశను ఉపయోగించుకొనదు. తక్కిన అయిదు స్వేచ్ఛాంశలతోనే తృప్తి చెందును.

ఇంకను క్లిష్టమైన అణువు త్రిపరమాణుకము. దీనికి ఓజోన్ $O_3$ దృష్టాంతము. ఇందులో త్రిభుజాకారముగా మూడు పరమాణువులు ఉన్నవి (చూ. 5 వ పటము).



5 వ పటము
త్రిపరమాణుకము

ఇచ్చట ఈఅణువుకు స్థానచలన స్వేచ్ఛాంశలు మూడని సులభముగా ఊహించవచ్చును. దీని ఆకారము త్రికోణ ఫలకమువలె ఉండును. అంతరాళములో మూడు ప్రధానదిశలలో నున్న మూడుఅక్షములను అనుసరించియు, ఈ ఫలకము భ్రమించుటకు అవకాశమున్నది. అందుచేత ఈ అణువునకు భ్రమణస్వేచ్ఛాంశలు మూడు. ఇందు మూడు పరమాణువులు రెండేసి చొప్పున ఒండొంటితో బద్ధమై ఉన్నవి గనుక ఆమూడు సంధానరేఖలననుసరించి పరమాణు కంపనము జరుగవచ్చును. అనగా మూడురకముల కంపనమునకు అవకాశముఉన్నది. అందుచే ఈ త్రిపరమాణుకమునకు కంపన స్వేచ్ఛాంశలు మూడుకలవు. స్థానచలన స్వేచ్ఛాంశలు మూడు, భ్రమణస్వేచ్ఛాంశలు మూడు, కంపనస్వేచ్ఛాంశలు మూడు - మొత్తముపై తొమ్మిది స్వేచ్ఛాంశలు త్రిపరమాణుకమునకు అందుబాటులోఉన్నవి. కాని ఇచ్చటకూడ కంపనస్వేచ్ఛాంశలు ఉపయోగములోనికి వచ్చినట్లు ప్రయోగము చూపదు. అందుచే త్రిపరమాణుకమునకు ప్రవృత్తిలోనున్న స్వేచ్ఛాంశలు ఆరుమాత్రమే. ఇంతకన్న క్లిష్టరచనగల అణువుల విషయమున స్వేచ్ఛాంశలను ఊహించుటకు వలనుపడదు.

అణువురచననుపట్టి దాని చలనప్రకారములు లేదా స్వేచ్ఛాంశలు ఊహించగలము. రచనాక్లిష్టత ఎక్కువగు కొలది స్వేచ్ఛాంశలుకూడ ఎక్కువగుచుండును. ఈపరిజ్ఞానముతో మాక్స్‌వెల్ ప్రతిపాదించిన శక్తిసమవిభాగసూత్రమును నిర్వచించవచ్చును. ఒకఅణువునకు పైనుండి అందజేసిన ఉష్ణతాశక్తి దాని స్వేచ్ఛాంశలన్నిటియందును సమముగా విభజించబడును. ఒకదానికి ఎక్కువయును, వేరొకదానికి తక్కువయును కాదు. ఇక నీసమవిభాగసందర్భమున నేదియో చూతము. ఒకగ్రాముద్రవ్యపు తాపక్రమమును ఒకఅంశ హెచ్చించవలెననిన పైనుండి ఆద్రవ్యమునకు చేర్చవలసిన ఉష్ణతారాశికి 'విశిష్టోష్ణత' (చూ. ఉష్ణతామితి-

పు. 217) అని పేరు. ద్రవ్యతాపక్రమమును హెచ్చు చేయుట రెండు వేర్వేరు పరిస్థితులలో జరుగవచ్చును. ఒకవస్తువును వేడిచేసిన దాని ఆయతనము హెచ్చగునని మనకీవరకే తెలియునుగదా. ఆయతనమందట్టిమార్పు రాకుండనుండు పరిస్థితులలో ద్రవ్యమునకు వేడి అందజేసినప్పుడు ఆ విశిష్టోష్ణతకు స్థిరాయతన (పరిస్థితులలో) విశిష్టోష్ణత ($C_v$) అని పేరు. లేదా వస్తువుయొక్క ఆయతనవృద్ధిని ప్రతిఘటించకుండ స్థిరప్రేషపరిస్థితులలో దానిని పెరగనిచ్చుచు వేడిమిని వస్తువునకు అందజేసిన ఆ విశిష్టోష్ణతకు స్థిరప్రేషవిశిష్టోష్ణత ($C_p$) అని పేరు. సాధారణముగా ఘనద్రవపరిస్థితులలో వస్తువుల ఈ రెండువిధములగు విశిష్టోష్ణతలమధ్య గణించతగినంత వ్యత్యాసము ఉండదు. అదిగాక ఒక ఘన లేదా ద్రవ ద్రవ్యమును వేడిచేయుచు, దాని ఆయతనమందు వేడిచేయుటవలన కలుగు వృద్ధిని ప్రతిఘటించుట అసాధ్యము. ఏలన ఆవస్తువుయొక్క ఆయతనము మారకుండునట్లు మరియొకవస్తువులో దానిని దృఢముగా బంధించివైచినను ఈ ఆధారవస్తువునందు వేడిమివలన అగు ఆయతనవృద్ధిని ఆపుట ఎట్లు? అందుచే మొదటి రెండుద్రవ్యావస్థలవిషయమై స్థిరాయతన పరిస్థితులలో వేడిని అందజేయుట ప్రాయోగికముగా పొసగదు.

కాని వాయుద్రవ్యవిషయమున వేడిచేయుచు ఆయతనము మారకుండనుంచుట ప్రాయోగికముగా అంతకష్టమైనపని కాదు. ఇచ్చట ఆయతనమును స్థిరముగా ఉంచుటకై ఉపయోగించుపాత్రకూడ వేడిచేసినపుడు కొద్దిగానైన వ్యాకోచించక మానదు. కాని వాయుద్రవ్యపు ఆయతనమందు వృద్ధితో పాత్రాయతనవృద్ధిని సరిపోల్చిచూచిన, మొదటిది రెండవదానికన్న చాలఎక్కువగా ఉండుటచే రెండవదానిని మనము లెక్కలోనికి తీసికొనిరానక్కర లేదు. కావున వాయుస్థితిలో ద్రవ్యమునుగురించి ఈరెండు విధములగు విశిష్టోష్ణతలును ప్రాయోగికముగా సులభసాధ్యములగుటయేగాక చాలభిన్నముగా ఉండును.

$C_v$, $C_p$ అనునవి ఒకగ్రాము వాయుద్రవ్యమునకు చెందిన విశిష్టోష్ణతలు. వీటిని వాయువుయొక్క అణుభారముచే గుణించిన అణువిశిష్టోష్ణతలు లభించును:

$C_v \times M$ (అణుభారము) $= C_v$ (అణుస్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత) $C_p \times M$ (అణుభారము) $= C_p$ (అణుస్థిరప్రేష విశిష్టోష్ణత) ఈరెండింటిమూల్యములను వేర్వేరుగా ప్రయోగమువలన సాధించవచ్చును; లేదా వీటి నిష్పత్తి $\frac{C_p}{C_v}$ ని ఒకేప్రయోగమువలన నిర్ణయించవచ్చును.

ఈనిష్పత్తి వాయు అణురచనాక్లిష్టతనుపట్టి క్రింది విధమున మారుచుండును:

| అణురచన | $C_p/C_v$ నిష్పత్తిమూల్యము |
|---|---|
| ఏక పరమాణుకము | 1·6 |
| ద్వి పరమాణుకము | 1·4 |
| త్రి పరమాణుకము | 1·3 |

ఈ ఫలములు పలుమారులు ప్రయోగ నిశ్చితములైనవి. అందువలన ఈఫలములు వాయుధర్మములను నిరూపించు ప్రకృతినియమములలో ఒకదానిని సూచించుచున్నవని శాస్త్రపరిశీలకుని విశ్వాసము. కావున ఈ ఫలములు సూచించు నియమమునందలి నిగూఢార్థమును బయట పెట్టుటకై అనేకప్రయత్నములు జరిగినవి. ఈ ప్రయత్నమందు బయల్వెడలినదే పైచెప్పిన శక్తిసమవిభాగ సూత్రము. అణురచనకును, $\frac{C_p}{C_v}$ నిష్పత్తికిని గల సంబంధమును ఇక విచారింతము. వాయుద్రవ్యధర్మములను శాస్త్రవిధిని సంగ్రహించుటలో $pv = RT$ అను సమీకరణమును గూర్చి మరొకచోట వివరించితిమి (చూ. వాయువులు - పు. 626). ఈ సమీకరణము ఒక అణుభారము వాయువునకు అన్వయించునని మనకు ముందుగనే తెలియును. ఈ సమీకరణమును చలదణువాయు సమీకరణము ($pv = \frac{1}{3}nmu^2$) తో పొందుపరచిన వచ్చుఫలము క్రింది విధమున చూపవచ్చును:

$$pv = RT = \frac{1}{3}nmu^2$$

$$\therefore \frac{1}{3}nmu^2 = RT \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

ఇచ్చట ఇదివరకే తెలిపినట్లు $n$ = అణుసంఖ్య; $m$ = అణుద్రవ్యరాశి; $u$ = అణువేగము; $R$ = వాయుస్థిరాంకము; $T$ = వాయుతాపక్రమము. పై 1 వ సమీకరణమును ఈ క్రిందివిధమున మార్చవచ్చును:

$$\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}nmu^2 = RT \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

కాని $\frac{1}{2}mu^2$ = అణువుచలనశక్తి. దీనిని అణుసంఖ్య '$n$' తో గుణించిన అణుభారచలనశక్తి లభించును.

$$\frac{1}{2}mu^2 \times n = \frac{1}{2}nmu^2$$

$n \times m = M$ (అణుభారము)

$$\therefore RT = \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}Mu^2$$

$T_1$ తాపక్రమమువద్ద $RT_1 = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}Mu_1^2\right)$

$T_2$ తాపక్రమమువద్ద $RT_2 = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}Mu_2^2\right)$

కుండలీకరణములలో ఉన్న అణుచలనశక్తిని E అని, గుర్తించిన:

$$\left.\begin{array}{l} RT_1 = \frac{2}{3}.\ E_1 \\ RT_2 = \frac{2}{3}.\ E_2 \end{array}\right\}$$ అను రెండుసమీకరణములు సిద్ధించును.

వీటిలో రెండవదానినుండి మొదటిదానిని తీసివేసిన

$$R\ (T_2 - T_1) = \frac{2}{3}\ (E_2 - E_1)$$

రెండుతాపక్రమములు $T_1$, $T_2$ ల మధ్య భేదము ఒకటికి సమానమైనపుడు:

$$R = \frac{2}{3}\ (E_2 - E_1);\ \therefore\ \frac{3}{2}R = E_2 - E_1$$

ఈసమీకరణభావము ఏమన ఒక అణుభారపు వాయుద్రవ్యమునకు, స్థిరాయతనపరిస్థితులలో తాపక్రమమును ఒకఅంశచే హెచ్చించవలసినప్పుడు $\frac{3}{2}R$ కేలోరీల ఉష్ణతను వినియోగించవలెను.

$E_2$, $E_1$ లు $T_2$, $T_1$ ల వద్ద వాయువుయొక్క అణుభార చలనశక్తిని తెలుపుడుచేయునుకదా. ఆ వరువడినే $E_2 - E_1$ చలనశక్తియందలి వ్యత్యాసమును తెలియజేయును. అనగా $T_1$ దగ్గర వాయువు సంగ్రహించిన ఈ చలనశక్తి $E_1$ ని $T_2$ దగ్గర వాయువు సంగ్రహించిన చలనశక్తి $E_2$ గా హెచ్చించుటకు $\frac{3}{2}$ R కేలోరీల ఉష్ణత ఆవశ్యకము. ఈ ఉష్ణతయే స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత. అనగా ఒక అణుభారపు స్థిరాయతన విశిష్టోష్ణత $= C_v = \frac{3}{2}$ R.

వాయుఆయతనము మారుటకు వీలులేనిపరిస్థితులలో ఈ చేర్చిన $\frac{3}{2}$ R కేలోరీల ఉష్ణతయు ఎట్లు వినియోగింపబడినదో విచారింతము.

అణురచన అత్యంతసరళమైనపరిస్థితులలో అనగా ప్రతి అణువునకును ఒకేపరమాణువున్నచో అట్టి అణువునకు అందుబాటులో నున్న స్వేచ్ఛాంశలు మూడనియు, ఈ మూడును ఆ అణువుస్థానచలనమునకు సంబంధించినవే అనియు తెల్పియుంటిమి. శక్తిసమవిభాగ సూత్రము ననుసరించి ఈ చేర్చిన $\frac{3}{2}$ R కేలోరీల ఉష్ణతయును, వాయు అణువుయొక్క మూడు స్వేచ్ఛాంశలమధ్యను సరిగా పంచబడును. అనగా ఒక్కొక్క స్వేచ్ఛాంశకు $\frac{1}{2}$ R కేలోరీల వేడి దక్కును. ఈ నిష్కర్షను మనము సాధారణముగా ప్రయోగించవచ్చును. అనగా ఇప్పుడు తేలినదేమన ఏకపరమాణుకమైన వాయువునకు $C_v = \frac{3}{2}$ R కేలోరీలు.

ప్రతివాయువిషయమునను, $C_v$ కన్న $C_p$, R కేలోరీలు హెచ్చని వాయుసమీకరణమును ఆధారముచేసికొని చూపవచ్చును. వాయుప్రేషమును మారకుండనుంచి వేడిని చేర్చినపుడు వాయువును వ్యాకోచింపనీయవలెను. ఈ వ్యాకోచము పైనున్న వాతావరణ ప్రేషమును ప్రతిఘటించి జరుగును. కనుక వ్యాకోచించుచున్న వాయువు, తనపైనున్న వాతావరణప్రేషమును పైకెత్తుపనిని చేయవలసివచ్చును. ఈపనిని చేయుటకు వలయుశక్తిని, చేర్చబడుచున్న వేడిమినుండియే వాయువు గ్రహించును.

అందుచేతనే $C_p$, $C_v$ కన్న ఎక్కువ అని తెలిసినది. వ్యాకోచకార్యమందు ఆవాయువు వాతావరణప్రేషమును నిరోధించుచు చేసినపనిని ఈక్రిందివిధమున గణించవచ్చును. వాయువుయొక్క మొదటిస్థితికి వాయుసమీకరణమును అన్వయింపచేసిన:

$$pv_1 = RT_1$$

రెండవస్థితికి అన్వయింపచేసిన:

$$pv_2 = RT_2$$

ఇచ్చట p యందలి మార్పులేకుండుట గమనించవలెను.

$$(pv_2 - pv_1) = R\ (T_2 - T_1)$$

అనగా స్థిరప్రేషపరిస్థితులలో ఒక అణుభారము వాయువు, ఒకతాపక్రమము $T_1$ వద్దనుండి ఒకఅంశ ఎక్కువగానున్న మరియొక తాపక్రమము $T_2$ కు వేడిచేయబడునప్పుడు వ్యాకోచించు వాయువు పైవాతావరణమున కెదురుగ చేయుపని R కేలోరీలకు సమము. ఆవాయువునకు స్థిరప్రేషపరిస్థితులలో చేర్చిన విశిష్టోష్ణత ఈపనిచే ఎక్కువగును. అందుచే $C_p - C_v = R$ అగును.

సరళతమరచనగల అణువునకు: $C_v = \frac{3}{2}$ R

$$C_p = C_v + R = \frac{3}{2}R + R$$

$$\therefore \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{3}{2}R + R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} = 1{\cdot}67$$

ద్విపరమాణుకమగు వాయుఅణువు విషయమై మొత్తముమీద అయిదుస్వేచ్ఛాంశలు ఉన్నవని నిరూపించితిమి గదా! అందు స్వేచ్ఛాంశకు $\frac{R}{2}$ చొప్పున $C_v = \frac{5}{2}$ R

కాని $C_p = C_v + R\ \ \therefore C_p = \frac{5}{2}R + R$

$$\therefore \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R + R}{\frac{5}{2}R} = \frac{7}{5} = 1{\cdot}4$$

తరువాత త్రిపరమాణుకవాయు అణువువిషయములో మొత్తపుస్వేచ్ఛాంశలు ఆరు అని చెప్పియుంటిమి.

అందుచే $C_v = \frac{6}{2}R = 3R$

$$C_p = C_v + R = 3R + R = 4R$$

$$\therefore\ \frac{C_p}{C_v} = \frac{4R}{3R} = \frac{4}{3} = 1.3$$

మే. వ. న.

**శూన్యము:** సంపూర్ణముగా ఏవాయువును లేకుండ చేసిన ఆవరణకు 'శూన్యము' అని పేరు. కాని అట్టి

సంపూర్ణ శూన్యప్రదేశమును నిర్మించుట అనుభవములో సాధ్యముకాదు. నూతన పటుతరపరికరముల చేనైనను అట్టి సంపూర్ణ శూన్యము లభించదు.

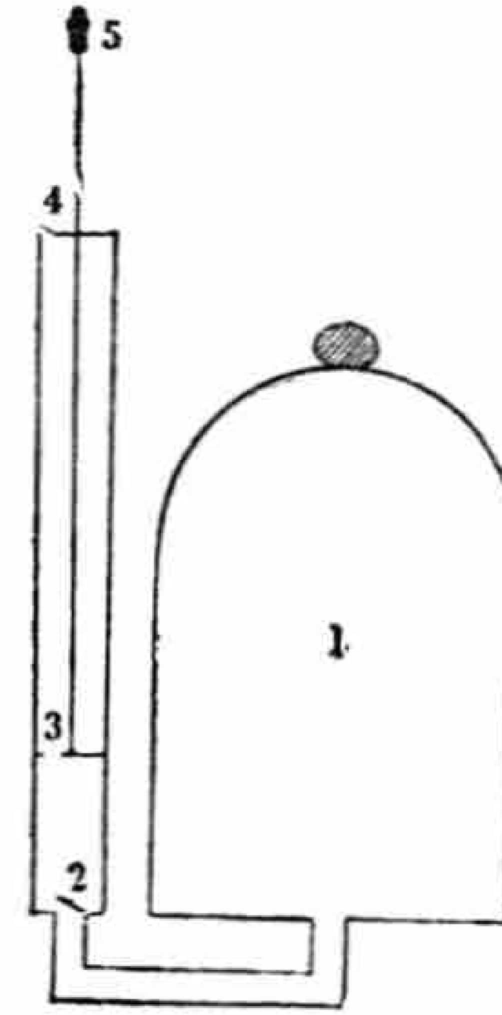
మనము ఊపిరితీయుగాలిలో, ఒకఘనఅంగుళములో 40 లక్షలకోట్లకోట్ల గాలిఅణువులు ఉండును. నూతన పరికర సహాయమున నిర్మించవీలగు అత్యధిక శూన్యములో సైతము ఇంకను కొన్నిలక్షలకోట్ల అణువులు మిగిలి యుండును. అందువలన ఏ అవృతప్రదేశము నుండియైన గాలిని తీసివేసి ఆప్రదేశమందలి వాయుప్రేషమును 1 మిల్లీ మీటరునుండి, ఒకమైక్రాన్ (మిల్లీమీటరులో వెయ్యవ భాగము) వరకు తగ్గించగలిగిన ఆ ప్రదేశమును శూన్యమని వ్యవహరింతుము. అందువలన మనము నిర్మించ గలుగునది ఆంశికశూన్యమే కాని సంపూర్ణశూన్యముకాదు.

'ప్రకృతి శూన్యమును ఒప్పుకొనదు' అను అరిస్టాటిల్ ప్రాచీనభావమును, సత్యదూరము అనిపించి, గెలీలియో శిష్యులలో ఒకడగు టారిసెల్లీ 1643 లో భారమితినాళోర్ధ్వమున శూన్యప్రదేశమును నిర్మించగలిగెను. తరువాత 1650 లో గెరికె వాయు రేచక ముషలకపంపును ఒకదానిని నూతనముగా నిర్మించెను. కొంచెము మార్చిన ఈయంత్రమునే ఉపయోగించి రాబర్ట్‌బోయిల్ స్వీయనామాంకితమైన వాయునియమమును స్థాపించెను. గెరికెపంపులో ముషలకమునకు అందని చోటును నూనెతోనింపి రేచక యంత్రమును ఫ్లూస్ మరింత కార్యకారిగా ఒనర్చెను. తరువాతికాలమందు టారిసెల్లీ శూన్యమును ఆధారము చేసికొని గైస్లర్ (1855), టప్లర్ (1862) అనువారు రేచక పరికరములను కల్పించిరి. భారమితి ఎత్తునకు పైనున్న గొట్టములో నుండి క్రిందికిపడు పాదరసపుబిందువులచే నాళములోని గాలిని పైకి నెట్టుచు, ఈ పరికరమునకు తగిలించిన పాత్రలో శూన్యమును సృజించగల సాధనమును ఒకదానిని స్ప్రెంగెల్ నిర్మించెను. 'స్ప్రెంగెల్' 'టప్లర్' పరికరములు నేటికిని శోధనాగారములలో వాడుకలో ఉన్నవి.

నవీన భౌతికశాస్త్రయుగమునందు అత్యధిక శూన్యమందు ద్రవ్యముయొక్క ప్రవర్తనను పరిశీలించు సందర్భమున, పూర్వపు వాయురేచక పరికరములకన్న కాయిక శ్రమ లేకుండ, శీఘ్రముగా సమర్థముగ పనిచేయు పరికరముల నిర్మించుట అవశ్యకమైనది. ఇట్టి నూతన కాలపు పరికర ములలో 'గేడే' అణుపంపు, 'లాన్గ్‌మ్యూర్' ప్రసారక పంపు ముఖ్యమైనవి.

ఇక నేడు భౌతికశాస్త్ర ప్రయోగ మందిరములలో వాడుకలో నున్న వాయురేచకయంత్రములు పనిచేయు క్రమమును క్రమముగా పరిశీలింతము. ఈ పనికై ఈ యంత్రములను సామాన్య సామర్థ్యము గలవి, అధిక సామర్థ్యము కలవి అని రెండు తరగతులుగా విభజించుట మేలు.

వాయురేచకపంపులు (సామాన్య ముషలకపంపులు). గెరికెచే 1654 లో నిర్మించబడినపంపు నేటి ముషలకపంపులన్నిటికిని మాతృక. ఇది చాల సరళమైన రచన గలది. 1 వ పటములో చూపినట్లు ఇది బిగుతుగా అమర్చిన ముషలకము గల ఒక స్తూపాకార ధాతునాళము: దీని యందు పిస్టన్‌లోఒకటి (3), అడుగున ఒకటి (2) రెండు కవాటములు కలవు. నాళపు శీర్షమందు కూడ ఒక కవాటము (4) కలదు. స్తూపపు క్రింది చివరను గొట్టము ద్వారా శూన్యము కావింపనున్న పాత్ర (1) కలిపి యుండును. పరికరము పనిచేయుటకు ముషలకమును క్రిందికిని, మీదికిని ఆడించుచుండవలయును.



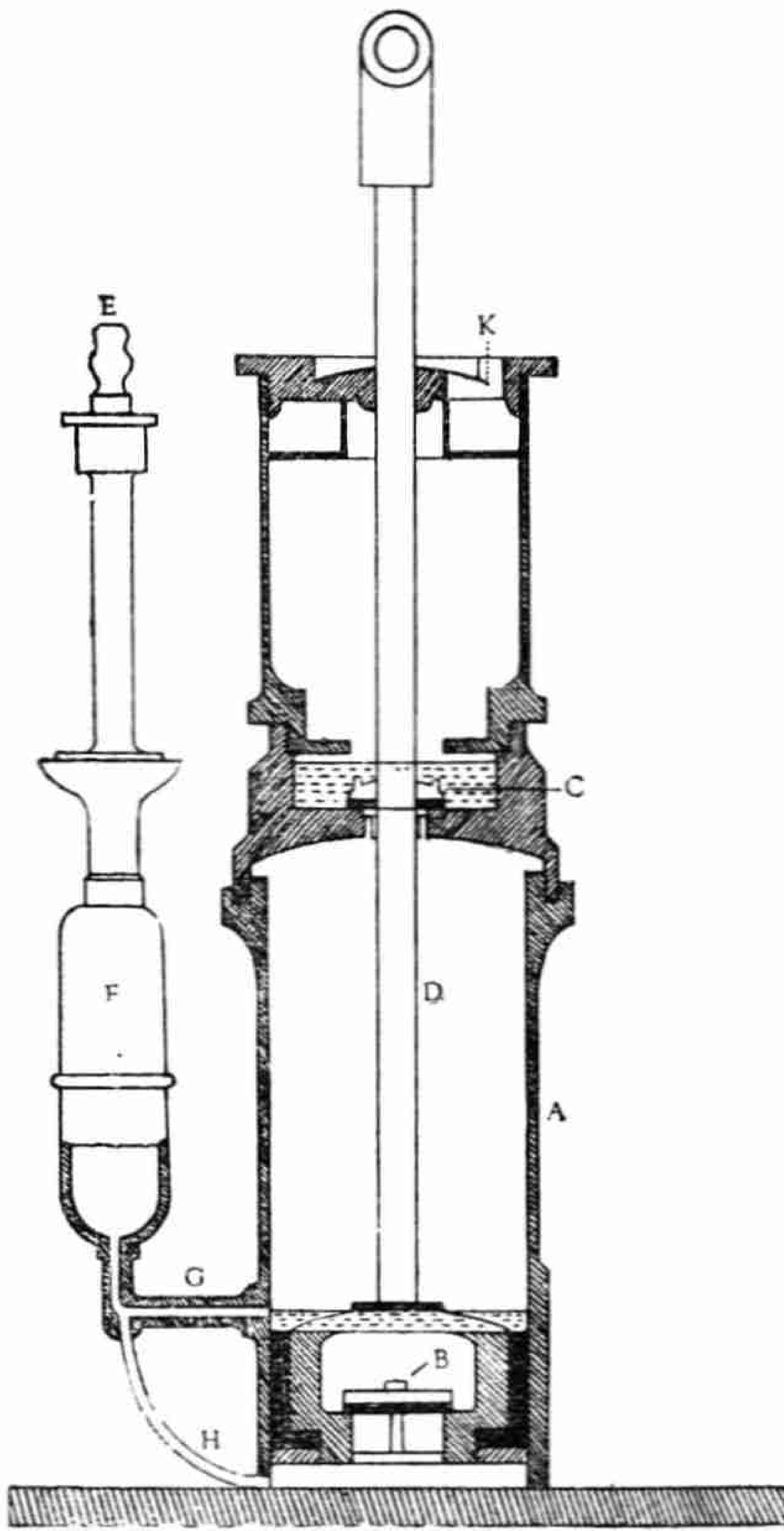

1 వ పటము
గెరికె పిస్టన్ పంపు

ముషలకము స్తూపపు అడుగున ఉన్నపుడు పరికరము పనిచేయుటకు మొదలిడినదను కొందము. ముషలకము పైకి లేచునపుడు దానికిని, స్తూపపు అడుగు భాగమునకు మధ్యను ఆంశిక శూన్యము ఏర్పడును. అందువలన స్తూపపు క్రింది భాగమునకు క్రిందనున్న గొట్టములోని వాయుప్రేషము అడుగు కవాటమును తెరచి పాత్రలోను, దానితో సంధించియున్న నాళములోను ఉన్నగాలి ముషలకము వెంట స్తూపములోనికి పైకిపోవును. స్తూపములో ముషలకము మీదనున్న గాలియొక్క ప్రేషము అదుముడువలన ఎక్కువై, మీది కవాటమును తెరుచుకొని, పంపునుండి బయటకు పోవును. సంపూర్ణముగ మీదికి లేచిన ముషలకమును మరల క్రిందికి నెట్టుటవలన దానికిని, స్తూపపు అడుగు భాగమునకు మధ్యనున్న గాలి అదుమబడి ప్రేషము ఎక్కువ అగుటవలన, ముషలకములో నున్నకవాటమును తెరచుకొని, ముషలకము మీదికి తప్పించుకొని పోవును. ఇట్లు ఒకసారి ముషలకము మీదికి, క్రిందికి అడుటలో పాత్రలోను, దానితో కలిసియున్న నాళములోను, ఉన్న గాలిలో కొంతభాగము పైకిపోవును. ఇట్లే ముషలకమును తిరిగి తిరిగి క్రిందికిని, మీదికిని ఆడించుట వలన ప్రతి అవృత్తికిని ఒకే ఆయతనముగాలి క్రమముగా తగ్గుచున్న ప్రేషములలో, పైకి నెట్టబడును. పాత్రయందు మిగిలి

పోయిన గాలియొక్క ప్రేషము కవాటములను తెరువ లేనంతవరకు, గాలి పాత్రలలో పలుచబడును. అటుపైని పంపు పనిచేయలేదు.

వ్యవహారములో ఈపంపును ఉపయోగించి ప్రేషమును విస్తారముగా తగ్గించుటకు వలనుపడదు. ఏలన కవాటములు కొంతబరువు గలవి అగుటచే మిగిలిపోయినగాలి వీటిని తెరువలేదు. అది గాక ముషలకము యొక్క ప్రక్కలనుండి గాలి తప్పించుకొని పోవచ్చును.

**ముషలకపంపు, నూతన :** A అను స్తూపములో D అను ముషలకము బిగుతుగా ఆడుచుండును (చూ. 2వ పటము). ఊర్ధ్వముఖముగా తెరువబడగల కవాటము ఒకటి B ముషలకము లోపల ఉన్నది ఈ కవాటము ండుట వలన ముషలకము క్రింద నున్న గాలి దాని పైకి పోగలుగునే కాని అటునుండి ఇటు పోవుటకు వీలులేదు.ఇట్టి మరొక కవాటము (C) స్తూపక మధ్య భాగమున కూడ అమర్చబడి ఉన్నది.



2 వ పటము :
నూతన పిస్టన్ పంపు

ముషలకమును పైకిలాగుట, క్రిందికి నెట్టుట పటములో చూపని ఉచ్చాలకమువలన జరుగును. ఈ ఉచ్చాలక సాధనము ముషలకపు కడ్డీపై చివరకు తగిలించి ఉండును. శూన్యము కావింపవలసిన పాత్ర, రబ్బరునాళము ద్వారా పరికరమునకు E వద్ద సంధించబడును. వాయువులు E దగ్గర పరికరమును ప్రవేశించి, F ద్వారా చొచ్చి, ముఖ్య మార్గమగు G ద్వారా గాని, లేదా H అను ఉపనాళము గుండాగాని స్తూపమును ప్రవేశించును. పరికరము నుండి వాతావరణములోనికి పోవు వాయువు K వద్దనున్న చిన్న కన్నము ద్వారా బయటికి పోవును.

**పనిచేయువిధము :** ముషలకము స్తూపము యొక్క అడుగును తాకియున్నస్థితిలో శూన్యముకావించనున్న పాత్ర లోనిగాలి G, H అను రెండునాళములద్వారా ముషలకము పైకిగాని క్రిందికిగాని వ్యాపించగలదు. అందువలన ముషలకము క్రిందిమీదుల వాయుప్రేషము సమానమగును. ఈ పరిస్థితి స్తూపములో ముషలకము సులభముగా ఆడుటకు సహకరించును. ముషలకపు కడ్డీని పైకి లాగుటలో, ముషలకము G నాళపు ద్వారమును దాటిన వెంటనే, C కవాటము ముషలకము ఈరెండింటి మధ్యనున్నగాలిని ముషలకము నొక్కుట ప్రారంభించును. ఈ సంకోచన కార్యము స్తూపములోనిగాలి బాహ్య వాతావరణ ప్రేషమును స్వీకరించువరకు జరుగును. దానికి పైని C కవాటము తెరుచుకొని గాలి K ద్వారా పైకి పోవును. ముషలకము స్తూపము పై మూతవరకు పోలేదు. కనుక కొంతగాలి దానితో ఉండిపోవును. ముషలకమునకు పైన నూనెను పోయుటచే, గాలిని పూర్ణముగా బయటికి నెట్టి వేయవచ్చును. ముషలకము పైకిలేచుచు స్తూపపుపై భాగమును దగ్గరించుచున్న సమయమున పోసిన నూనె స్తూపపు ఊర్ధ్వార్ధము నంతయును నింపివేయును. అందువలన అందు ఇదివరకున్న గాలి అంతయు పైకి పోవును. కొంత నూనె C గుండా ప్రవేశించి ముషలకము క్రిందకు దిగు సమయమును ఈ కవాటముపై నిలువయగును. ఇట్లు ముషలకమును మీదికి లాగుటలో, మరికొంతగాలి G, H నాళములగుండా A యొక్క క్రిందిభాగమును ప్రవేశించును. ముషలకము క్రిందికి దిగునపుడు, C మూతపడి, B పైనున్న చోటు దానిక్రిందనున్న చోటు కన్న ఎక్కువ వాయుశూన్యము అగును. అందువలన B కవాటము తెరచుకొని, ముషలకము పూర్తిగా క్రిందికిదిగు సరికి B కి మీద, క్రింద మరల సమాన వాయుప్రేషము ఏర్పడును. ముషలకము G ని దాటి క్రిందికిదిగు సమయములో ముషలకము క్రిందను ఇరుకుకొనిన నూనెగాని, గాలిగాని H అను ఉపమార్గముద్వారా తప్పించుకొని B పైన చేరును, అందువలన స్తూపపు అడుగును తాకువరకును, ముషలకము క్రిందికి దిగును. అనగాప్రారంభ స్థితికి ముషలకము మరల వచ్చి, రెండవ ఆవృత్తమునకు సిద్ధముగా ఉన్నది. ఇట్లు ముషలకమును క్రిందికి, మీదికి నెట్టుట వలన పాత్రలోని గాలిని తీసివేయ వచ్చును. ముషలకమును పైకి నెట్టినప్పుడెల్ల G పైనున్న స్తూపపు ఆయతనమునకు సమమగు ఆయతనము గల వాయువు పైకి పోవును. ముషలకమును

పైకినెట్టుటకు ప్రారంభించక ముందు ఈ గాలియొక్క ప్రేషము నిర్వాతము చేయవలసిన పాత్రలోనున్న ప్రేషమునకు సమానము. V = నాళపు ముఖద్వారము G వరకు పాత్రయొక్క ఆయతన మనియు, $v$ = B, C ల మధ్య స్తూపక భాగపు ఆయతనమనియు, P = ప్రారంభమున వాతావరణ ప్రేషమునకు సమానముగానున్న పాత్రలోని ప్రేషమనియు అనుకొందము.

తాపక్రమము స్థిరముగానున్నదనుకొని ముషలకము ప్రతి ఆవృత్తము తరువాత పాత్రలో నున్న వాయు ప్రేషము బోయిల్ నియమమును అనుసరించి క్రింది విధమున లెక్కించ వచ్చును. ముషలకము తొలిసారి క్రింద నున్నప్పుడు, గాలి మొత్తపు ఆయతనము ( పాత్ర + పరికరము) = $(V + v)$. ఈ ఆయతనము p ప్రేషములో ఉన్నది. ముషలకము పైకిలేచినపుడు పైకిపోయినగాలి ఆయతనము $p_1$ ప్రేషములో $v$ అగును. ముషలకము పైకి లేచుచున్నపుడు, పాత్రలోనిగాలి $p_1$ ప్రేషములోనున్న V నుండి $p_2$ ప్రేషములోనున్న $(V + v)$కి వ్యాకోచించును.

$$\therefore p_1 V = p_2 (V + v)$$

$$p_2 = \left(\frac{V}{V+v}\right) p_1 \cdots\cdots \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ఈ సమీకరణము ముషలకము మొదటిసారి పైకిలేచినప్పటి ప్రేషమును సూచించును. తరువాత ముషలకము క్రిందికి దిగుసమయములో ప్రేషమందు మార్పేమియు ఉండదు. కనుక మరల ముషలకము అడుగున ఉన్నప్పుడు $(V + v)$ ఆయతనము $p_2$ ప్రేషములో ఉండును.

రెండవసారి ముషలకము పైకిలేచుటలో $p_2$ ప్రేషములో $v$ ఆయతనము పైకితీసివేయ బడును. అందువలన పాత్రలోని గాలి $p_2$ దగ్గర V నుండి $p_3$ వద్ద $(V + v)$ కి వ్యాకోచించును :

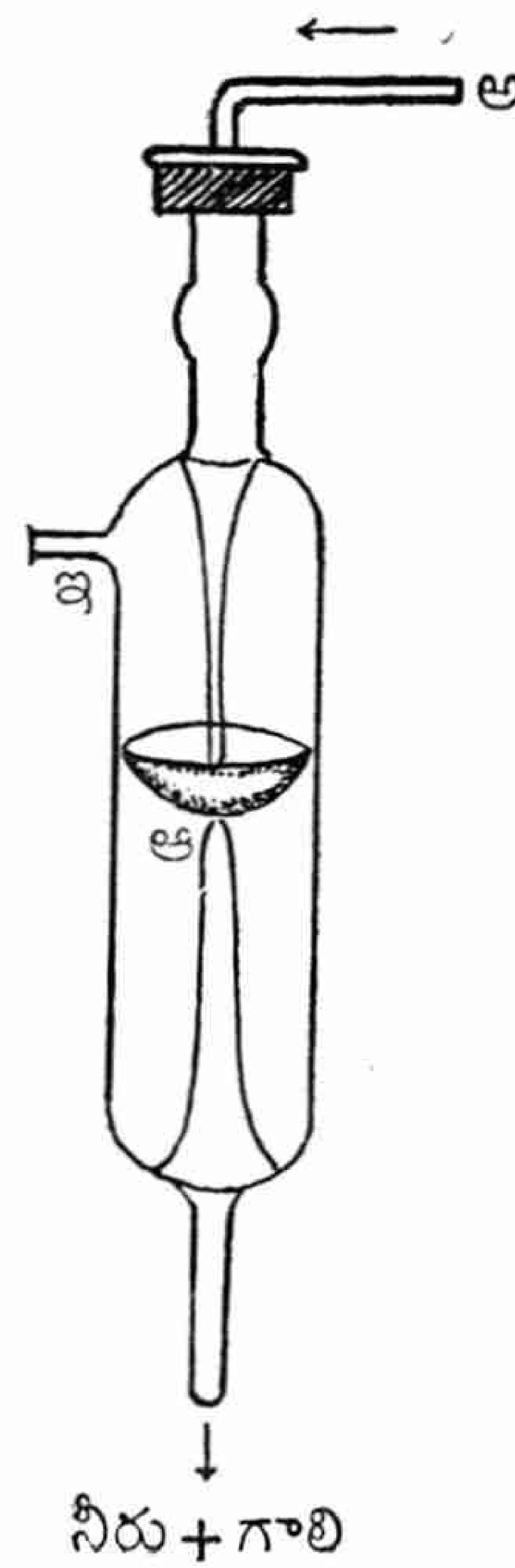
$$\therefore p_2 V = p_3 (V + v)$$

$$p_3 = \left(\frac{V}{V+v}\right) p_2 = \left(\frac{V}{V+v}\right)^2 p_1$$

ఇటులనే ముషలకము 'n' వ మారు పైకి లేచిన తరువాత ప్రేషము :

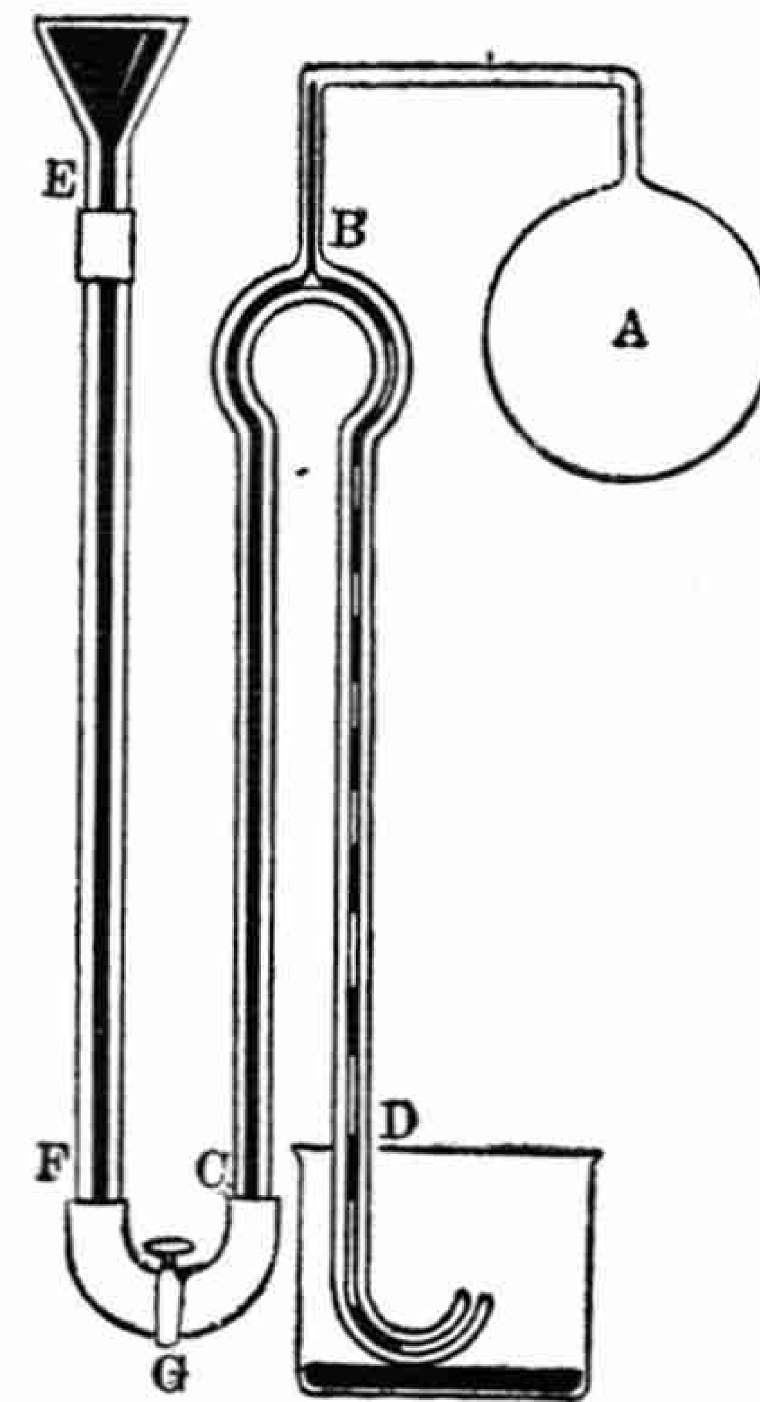
$$p = \left(\frac{V}{V+v}\right)^n p_1 \text{ ఉండును.}$$

'గెయ్‌స్లర్' నీటిపంపు : దీనిని నీటిధారపంపు లేదా వాయు చూషకము (ఆస్పిరేటర్) అనికూడ అందురు. 'అ' అను ప్రవాహనాళము, 'ఆ' అను నిరోధక నాళము, ఈ రెండును మరి ఒక వెడల్పాటి గొట్టములో 3 వ పటములో చూపినట్లు అతికి ఉండును. బాహ్యనాళము పై భాగమున, శూన్యముకావించవలసిన పాత్రను తగిలించుటకు 'ఇ' అను ప్రక్కగొట్టము ఉండును. మిక్కిలి వేగముతో ప్రవహించు నీటిధార ప్రవాహనాళము గుండా నిరోధక నాళమును ప్రవేశించి, దానితో కలిసియున్న అధోనాళము గుండా పైకి పోవును. నిరోధకనాళపు ద్వారమందు ఉన్న గాలిని నీటిధార దానితోపాటు క్రిందికి నెట్టుకొని పోవును. ఆ వాయు లోపమును పూర్తిచేయుటకు, ప్రక్కనాళము నుండి పాత్రలోని గాలి నిరోధకనాళపు ముఖద్వారమును చేరును. ఇది మరల నీటిధారచే క్రిందికి నెట్టి వేయబడును. ఇట్లే ఈ పరికరమునకు చేర్చియున్న పాత్రలోని గాలి పంపుచే తీసివేయబడును. ఈ పంపు నీటితో పనిచేయుటచే ఇది కల్పించగల శూన్యము పరిసర తాపక్రమములో నీటియావిరి ప్రేషముకన్న తగ్గదు. ఈ పంపుయొక్క కార్యదక్షతను హెచ్చుచేయవలయుననిన పంపుకును, పాత్రకును మధ్య నీటి ఆవిరిని విచూషించు కాల్సియమ్ క్లోరైడ్ వంటి ద్రవ్యమును దేనినైనను ఉంచిన 7 మిల్లీమీటరుల పాదరసపు ఎత్తువరకు ప్రేషమును తగ్గించవచ్చును.




3 వ పటము
గైస్లర్ నీటిధారపంపు

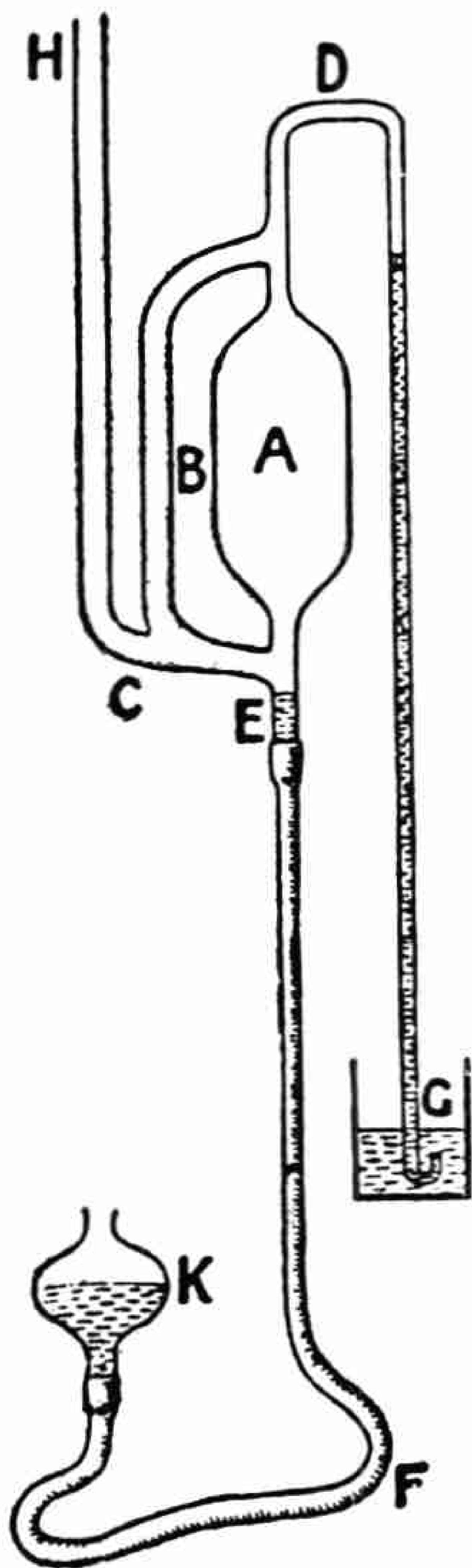
స్ప్రెంగెల్ పాదరసపు పంపు: శూన్యము కావించవలసిన పాత్రను 4 వ పటములో చూపినట్లుపంపుకు A వద్ద తగిలింతురు. తలక్రిందులుగా నున్న U నాళపు పై భాగమునకు B వద్ద A నాళము అతికించబడి ఉన్నది. U నాళపు వివరము ఒక మిల్లీమీటరు కన్న ఎక్కువ




4 వ పటము ;
స్ప్రెంగెల్ పాదరసపు పంపు

ఉండదు. EF అను వేరొక నాళము రబ్బరుగొట్టము 'FC' తో U నాళపు ఒక భుజమునకు, తగిలించి ఉండును. EF నాళపు పై చివర ఒక గలనికతో కలిపి యుండును. గలనిలో పాదరసమును పోసి దాని ప్రవాహమును FC ల మధ్యనున్న G అను బిరడాతో నియంత్రింతెదరు. U నాళపు బాహ్యాభుజము BD ఒక మీటరు పొడవునకు తక్కువగా ఉండకూడదు.

పనిచేయువిధానము : గలని నుండి పారుచున్న పాదరసము EF గొట్టమువెంట క్రిందికిదిగి, CB గుండా పైకి ఎక్కి, B నుండి మరల క్రిందికి U నాళపు రెండుభుజముల వెంట దిగునపుడు పాదరసపుధార బిందువుల క్రింద విడిపోయి BD వెంట క్రిందికి దిగి, క్రిందిపాత్రలోనున్న పాదరసములో పడును. శూన్యము కావించవలసిన పాత్రనుండి A ద్వారా గాలి పాదరసపు బిందువులమధ్య ఇరుకుకొని BD వెంటపైకిపోవును. గాలి ఇట్లు పైకిపోవుకొలది, పాత్రయందలి గాలి తగ్గుచు, పాదరస బిందువుల మధ్య ఇరుకుకొనిన గాలిబుడగల ఉరవు తగ్గుచుండును. చివరకు BD నాళములోని పాదరసపు మట్టము భారమితిలోని మట్టమునకు సమానమగును. ఇట్టి స్థితిలో, శూన్యముకావించుటకు తీసికొనిన పాత్ర, సాధారణ భారమితి నాళములో ఉండు టారిసెల్లి శూన్యముతో సమానస్థితిలో ఉండును.



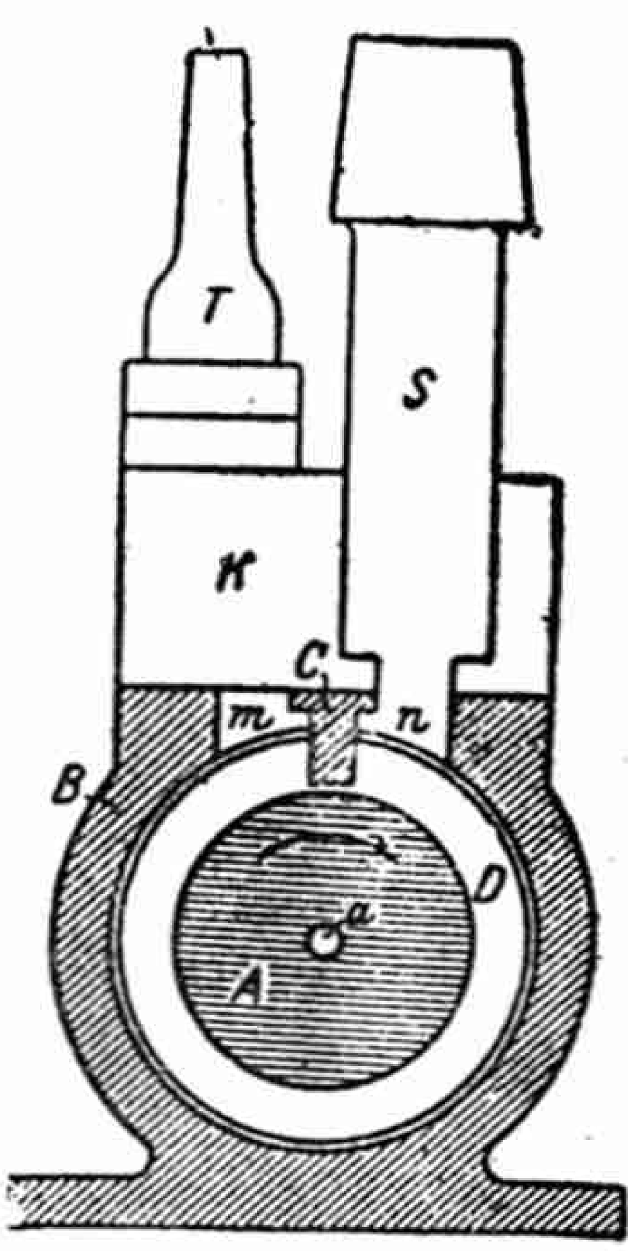

5 వ పటము :
టప్లర్ పాదరసపుపంపు

టప్లర్ పాదరసపు పంపు : ఈ పంపు అంతయు గాజుతో చేయబడినది. 5 వ పటములో చూపినట్లు ఇందులో ప్రధాన భాగము A అను గోళకము. B అను ప్రక్కనాళము రెండు చివరలును A తో అతుకబడి ఉన్నవి. శూన్యము కావించవలసిన చోటును పరికరముతో సంధించుటకై, CH అను గొట్టము B క్రింది భాగమునకు అతికించియున్నది; దీనిని రేచక నాళమని అనవచ్చును. రేచక నాళపు దిగువ భాగమున పటములో చూపని పాదరసములో తేలునట్టి గాజుకవాటము ఒకటి ఉండును. దీనిప్రయోజనము రేచక నాళములోనికి పాదరసము ప్రవేశించకుండ చేయుట. 80 సెంటీమీటరుల పొడవు, 1 మిల్లీమీటరు రంధ్రము గల పతన నాళము, A పై చివరకు అతికించి ఉన్నది. పతననాళపు క్రిందిచివర G అవశ్యకమైనప్పుడు పైకిపోవు వాయువులను సంగ్రహించుటకై, పైకి వంపు చేయబడి ఉన్నది. ఈ చివర, ఒకపాత్రలో పాదరసముక్రింద మునిగియుండును. పతననాళముతో సమానమైన పొడవుగల E అను ఇంకొక నాళము A క్రిందచివరకు అతుకబడియున్నది. ఒకరబ్బరు గొట్టము E నాళపు క్రిందిచివరనుండి E ని K అను పాదరసాశయముతో కలుపుచున్నది. ఈ రబ్బరుగొట్టము సహాయమున K ని పైకి ఎత్తుటకుగాని, క్రిందికి దింపుటకుగాని వీలగును. పాదరసాశయమును పైకెత్తినచో పాదరసస్తంభము E నాళములో పైకెక్కి C అను సంధివద్ద A నుండి రేచకనాళమును వేరుచేయును. A సంపూర్ణముగ పాదరసముతో నిండిపోయి D ద్వారా ప్రవహించువరకు K ను పైకెత్తినచో ఇంతకు ముందు A లో నున్న గాలి DG ద్వారా పైకిపోవును. పైనిచెప్పిన కవాటము ఉండుటచే K ను పైకెత్తినపుడు పాదరసము రేచకనాళమును ప్రవేశించదు. ఇప్పుడు C అను సంధిక్రిందను పాదరసస్తంభము భారమితి స్తంభపు ఎత్తుకన్న కొంచెము ఎక్కువ ఎత్తు గలుగునట్లు K ని దింపినచో, A గోళకమందు D నాళమందు ఉన్న పాదరసము భారమితి మట్టమునకు దిగిపోయి, A లో టారిసెల్లి శూన్యమును కల్పించును. E నాళములో పాదరసము C ఎత్తునకు క్రిందికి దిగినప్పుడు, రేచకనాళము మరల A లో నున్న శూన్యముతో సంబంధము ఏర్పరచుకొనును. అందువలన రేచకనాళము, దానిని అంటిపెట్టుకొనియున్న పాత్ర, ఈ రెండింటిలో ఉన్నగాలి A లోనికి జవముతో ప్రవేశించును. మరల K ను పైకెత్తినచో రేచకనాళము మూసికొని పోవుటవలన A లో బంధితమైనగాలి మరల DG గుండా బయటికిపోవును. మరల K ను దించిన యథాప్రకారముగ A వాయుశూన్యము అగును. ఇట్లు K ను అనేకసార్లు పైకెత్తుచు, దించుచుండినచో అత్యధిక శూన్యమును పాత్రలో కల్పించ వచ్చును. ఈ పంపులో పాదరసము గాలిని ఇటు అటు కదల్చుటకు ముషలకమువలె ఆచరించును.

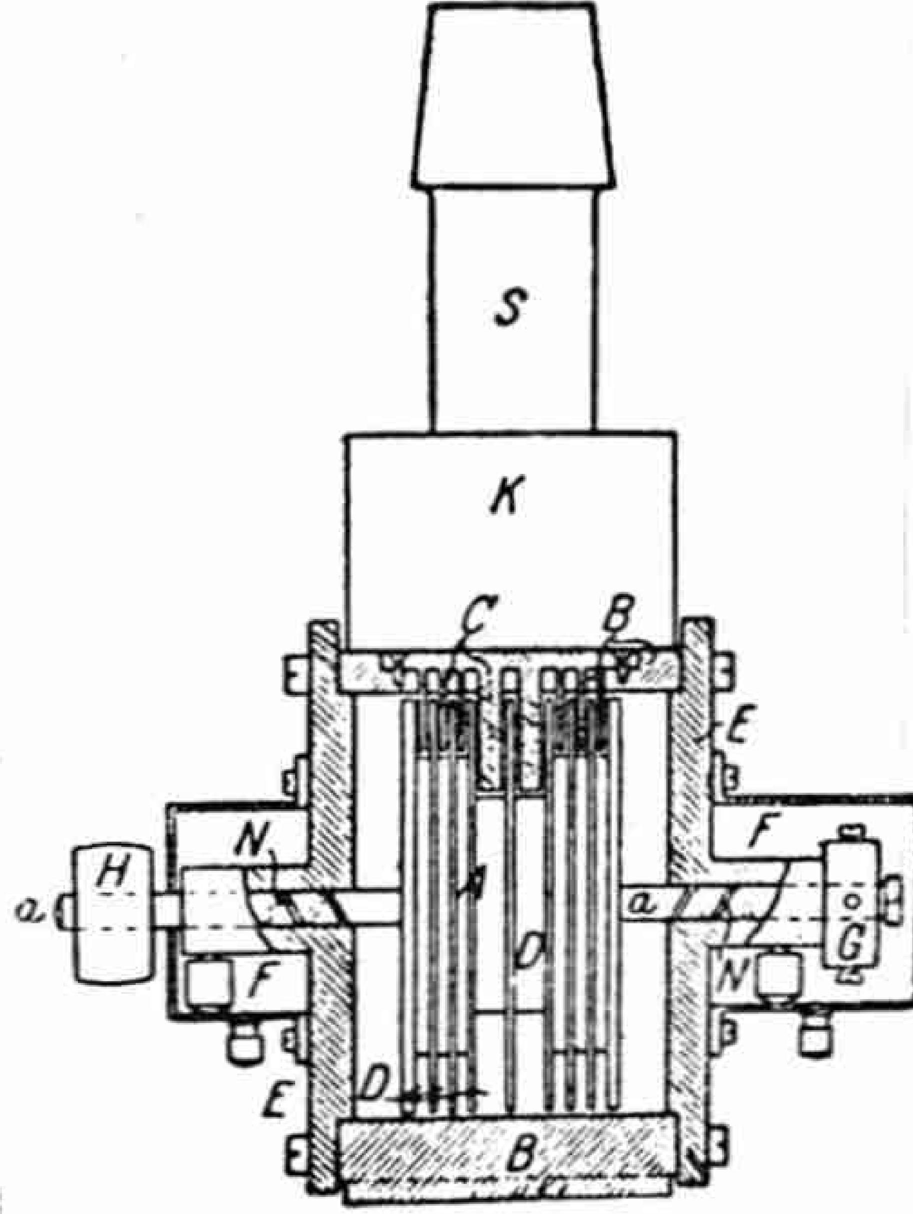
గేడే అణువాయురేచక పంపు : అత్యధిక శూన్యమును కల్పించుటకు ఉపయోగపడు సాధనము అతిశీఘ్రముగా భ్రమించుచున్న స్తూపాకారతలమును డీకొను గాలి అణువులను స్తూపము తనతోకూడ కొంతవరకు తీసికొనిపోవుటకు ప్రయత్నించును. ఈ ప్రయత్నము గాలి అణువులకు, భ్రమించుతలమునకు మధ్యగల ఆకర్షణగా భావించవచ్చును. ఆకర్షణసూత్రమును అనుసరించి, గేడే

తన అణుపంపును నిర్మించెను. ఈ పంపు పనిచేయుటకు దానికి ముందు మరియొక సాధారణపంపు కొంతవరకు శూన్యమును కల్పించి దీనికి అందియ్యవలెను.

ఈపంపుయొక్క ప్రధానాంగము పరిధిచుట్టు చాల నరదల వరుసగల ఒకస్తూపము (చూ. 6, 7 పటములు). ఈ నరదల వెడల్పు, లోతు, నరదనరదకును మారుచుండును. స్తూపము మధ్యనుండు నరద పెద్దది. దానికి ఇరుప్రక్కల నరదల వైశాల్యము, లోతు క్రమముగా అంచుల వైపు తగ్గుచుండును. ప్రతినరదను ప్రక్కనరదతో కలుపు చిన్నకాలువలు ఉండును. ఈ తిరుగు స్తూపముపై నున్న తిరుగనిమూతకు అంటి పెట్టుకొని, ఉబ్బెత్తుగా పళ్లవలె ఆచరించు ముల్లు ఉండును. ఈ ముల్లు స్తూపతలముననున్న నరదలలోనికి చొచ్చుకొని ఉండును. నరదఅడుగునకు, ముల్లు ముఖమునకు 0.1 మిల్లీ మీటరు కన్న ఎక్కువఖాళీ ఉండదు. స్తూపము త్వరగా తిరుగుచున్నప్పుడు, గరిష్ఠ, మధ్యమ, నిరాటంకమార్గములు గల అణువులన్నియు మధ్యనున్న నరదనుండి క్రమముగా ప్రేషము ఎక్కువగ నున్న ప్రక్క నరదలలోనికి కొనిపోబడును. ఇచ్చటనుండి ఈ అణువులు సంధాననాళముద్వారా ఈ పంపునకు ముందు ఉంచినపంపు లోనికి ప్రవేశించి, దానిగుండా బయటకు వెడలును.



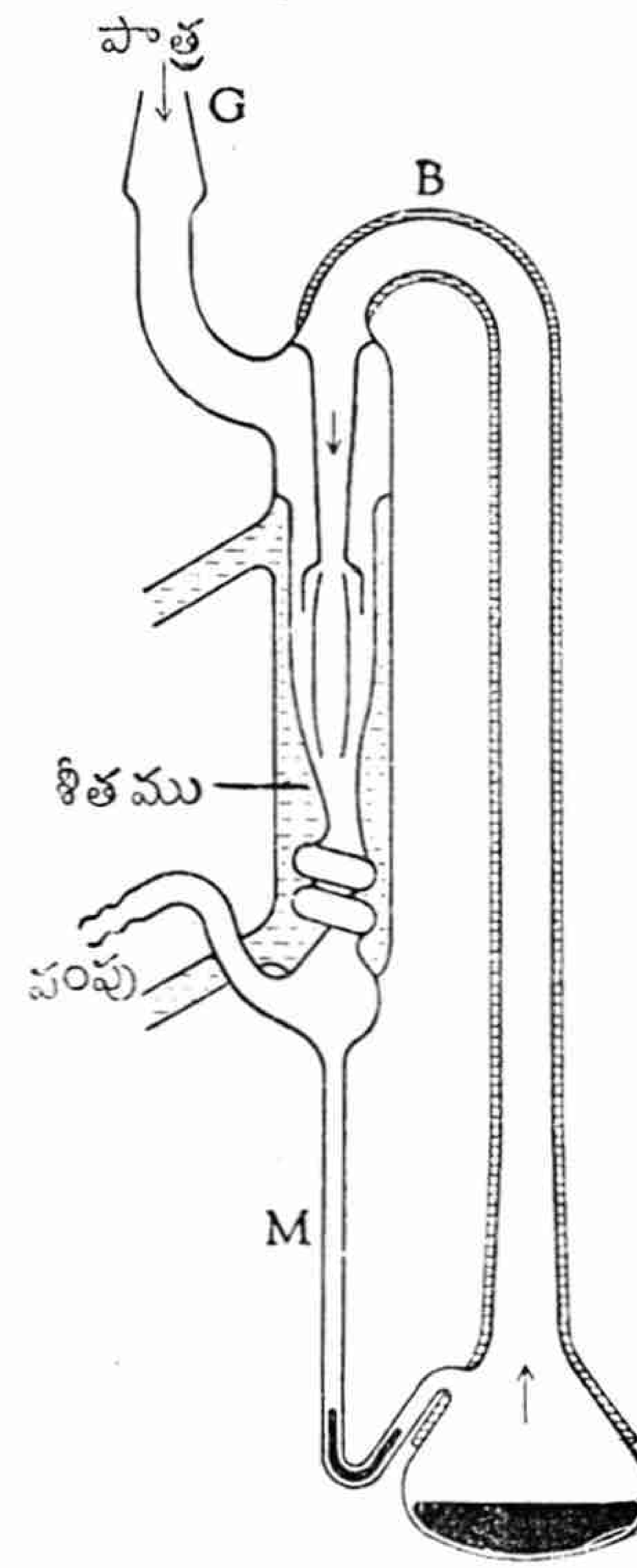

6 వ పటము : గేడేఅణుపంపు




7 వ పటము : హోల్వెక్ నమోనా

గేడే పంపు ఏసూత్రముపై పనిచేయునో ఆ సూత్రము పైననే ఆధారపడి, అంతకన్న సమర్థములగు పంపులను హోల్వెక్ ఒకదానిని, సీగ్‌బాన్ మరొకదానిని నిర్మించిరి. బహుశః సీగ్‌బాన్‌పంపు చాల విశిష్టమైనది. దీని రేచక వేగము $10^{-3}$ మిల్లీమీటరుల ప్రేషము (ఇది ముందు పంపు కల్పించు శూన్యము) వద్ద సెకనుకు 73,000 ఘనసెంటీమీటరులు. ఈ పంపువలన $6 \times 10^{-7}$ మిల్లీమీటరుల వరకు ఒక పాత్రలోని వాయుప్రేషమును తగ్గించవచ్చును. ఇది రేడియో వాల్వులలో, X - కిరణ నాళములలో అత్యధిక శూన్యమును కల్పించుటకు ఉపయోగించును.

పాదరసబాష్ప ప్రసారపంపు : సరళనిర్మాణముగల పాదరస బాష్ప ప్రసారపంపు 8వ పటములో చూడనగును. క్రిందిక్వథన పాత్రలో పాదరసమును మరగించుట వలన పాదరస బాష్పప్రవాహము పైకి లేచును. క్వథన పాత్ర మెడ పొడవుగా చేయబడి, మీదను B వద్ద తొండమువలె క్రిందికి వంపు తిరిగి ఉన్నది. తొండపు కొనపై పాదరస బాష్పమును తిరిగి ద్రవీకరించుటకు అనువైన జలశీతకము ఒకటి అమర్చిఉన్నది. శీతకములోనికి ప్రవేశించిన తొండపు పై భాగము, ఒక బాష్ప నిరోధకము (G) ద్వారా శూన్యము కావించవలసిన పాత్రకు కలుపబడును. పాదరసము విద్యుచ్ఛక్తి వలన వేడిచేయుదురు. క్వథనపాత్ర నుండి బయలుదేరిన పాదరసబాష్పము తొండము ద్వారా క్రిందికి అధోధారగా ప్రవహించును. ఈ బాష్పధార తన ముందున్న గాలి అణువులను నెట్టుకొనిపోవుచు, శూన్యము కావించవలసిన పాత్రనుండి గాలి అణువులను తొండపు కొనలోనికి లాగును. ఇక్కడ నుండి బయలుదేరిన గాలి, బాష్పము మిశ్రము నుండి, బాష్పము శీతకపు గోడలపై ద్రవీభవించి, గాలి మాత్రము ఈ పాదరస పంపునకు ముందు అమర్చిన సాధారణపంపులోనికి ప్రవేశించును. ద్రవీభవించినరసము మరల M అను నాళముద్వారా క్వథనపాత్రను ప్రవేశించును.




8 వ పటము : పాదరసబాష్ప ప్రసారపంపు

ఈ పంపుకూడ గేడే పంపువలె, ముందు ఒక సాధారణ పంపు పాత్రలో కొంతశూన్యమును కావించిన పరిస్థితులలోనే పనిచేయును. అత్యధిక శూన్యనిర్మాణమునకు నిర్దిష్టమైన పంపులలోకెల్ల బాష్పపంపులుమిక్కిలిప్రాధాన్యమును

గడించినవి. ఏలన వీటి సహాయమున పంపుల ఆధీనములో నున్న అత్యధిక శూన్యమును మనము కల్పించగలము.

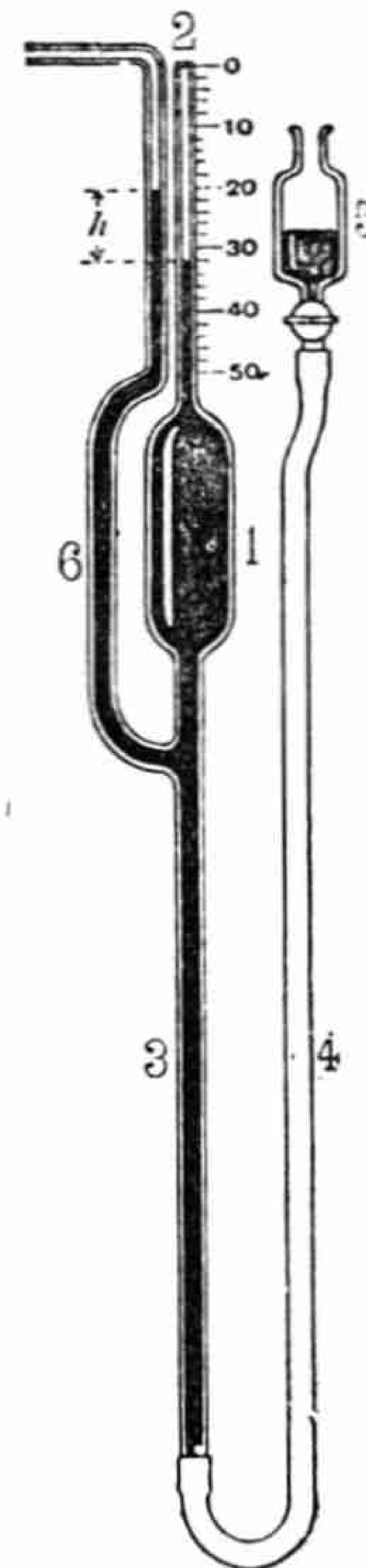
అధిక శూన్యనిర్మాణవిషయములో, పంపులతో కల్పించిన శూన్యమందు ఇంకను మిగిలియున్న వాయుఅణువులను తీసి వేయుటకు కొన్ని ప్రక్రియలు కలవు. అందు ముఖ్యమైనది, సులభమైనది కొబ్బరి పెంకుబొగ్గువంటి కొన్ని ద్రవ్యములు వాయువులపట్ల కనపరచు అధిచూషణ (అడ్సార్ప్షన్) ప్రభావముపై ఆధారపడిఉన్నది. గాలితగులకుండ బాగుగా కాల్చిన కొబ్బరి పెంకునుండిగాని, లేదా కొబ్బరి నుండి గాని తయారైన కార్బన్, ద్రవీకరించబడిన గాలి తాపక్రమములో ఒకపాత్రలోనున్న గాలిని, పంపులకన్న హెచ్చు సమర్థతతో పీల్చివేయును. ఈ ఉపాయమును వాడుకచేసి అత్యధిక శూన్యమును కల్పించుట శోధనా గారములలో మిక్కిలి వాడుకలో ఉన్నది.

శూన్యమాపనము: శూన్యమును ఒకపరికరముచే నిర్మించు నపుడు ఆశూన్యము ఎంతవరకు సాధ్యమైనదో నిర్ణయించుటకుకూడ పరికరములు ఆవశ్యకము. అట్టి శూన్యమాపకపరికరములు పెక్కులు కలవు. అందు సులభమైన పరికరమును వర్ణించుటకే ఇక్కడ అవకాశము కలదు. ఈ సులభపరికరమునకు ' మెక్లియాడ్ ' మాపకము అని పేరు. ఇది అంత నిశితమైనసాధనము కాకపోయినను, అట్టి మాపకములు ఎట్లు పనిచేయునో తెలియచేయుటకు చాలును.

శూన్యమందు తెలియనిప్రేషములోనున్న గాలియొక్క తెలిసినఆయతనము V ను ప్రత్యేకించి, దాని ప్రేషమును నిర్ధారణచేయుటకు వీలగు పరిస్థితులలో ఆగాలి $v$ అను చిన్న ఆయతనమును స్వీకరించునట్లు దానిని సంకోచింప చేయుటవలన ఆగాలి శూన్యములో ఏప్రేషములోనున్నదో లెక్కకట్టవచ్చును. ఈ శూన్యప్రేషగణనను బోయిల్ సూత్రమును ఉపయోగించి నిర్వహించవచ్చును :

$pv = PV$ లేదా $p = P\frac{V}{v}$ ....(1) ఇచ్చట, $p$ = ప్రత్యేకించబడిన గాలి సంకోచింపబడినపుడు కన్పట్టుప్రేషము, $P$ = శూన్యములో గాలియొక్క తెలియని ప్రేషము, $V$ = శూన్యమునుండి ప్రత్యేకించబడిన గాలియొక్క ఆయతనము, $v$ = ఆ గాలిదే సంకోచనకార్యము తరువాత ఆయతనము.

మెక్లియాడ్‌పరికరము 9 వ పటములో చూపబడినది. ఈపరికరమంతయు గాజుగొట్టములతో చేయబడినది. ఇందు 2—3 సెంటీమీటరులు మధ్యవ్యాసముగల స్తూపాకార గోళము (1) నకు పైని నాళమంతట ఏకరూపమగు 0·5 మిల్లీమీటరు రంధ్రముగల కైశికనాళము ఒకటి (2) అతికి ఉన్నది. ఈ కైశికనాళపుచివర కరగించి మొనతేలకుండ సమమట్టముగా మూయబడి ఉండును. ఈ కైశికనాళమందు గాలి సంకోచించబడును. కనుక దీనిని సంకోచకనాళము అనవచ్చును. గోళకము క్రిందిభాగమున పొడవుగల పతననాళము (3) ఒకటి అతికియున్నది. ఈ పతన నాళపు క్రింది చివర, సులభముగా వంగు రబ్బరుగొట్టము (4) ద్వారా పాదర సాశయము (5) నకు కలిపియున్నది. పాదరసాశయమందు శుద్ధమైన, తేమచేరని పాదరసమును తీసికొనవలయును. సంకోచకనాళపు మధ్య వ్యాసమునకు సమమగు ఏకరూప మధ్య వ్యాసము గల మరియొక కైశికనాళము (6) గోళకము క్రిందను పతననాళమునకు అతికించి యున్నది. ఈ నాళము కైశిక నాళములోని కెక్కు పాదరసపు మట్టమును తైఫారువేయుటకే కాక,



9 వ పటము :
మెక్లియాడ్
శూన్యమాపకము

శూన్యము కావించవలసిన పాత్రను, ఈ మానపరికరముతో కలుపు సాధనముగాకూడ పనిచేయును. దీనిని తోలన (సరిపోల్చు) నాళము అని వ్యవహరించ వచ్చును.

తోలనకైశికనాళమును శూన్యమును గణించవలసిన పాత్రతో కలుపుదురు. పతననాళమును తోలననాళముతో కలుపుచున్న సంధిక్రింద పాదరసపుమట్టము నిలచినపుడు, శూన్యపాత్రనుండి గాలి, గోళకము (1) ను ప్రవేశించి ఈ రెండుస్థలముల సమానప్రేషములో ఉండును. ఇప్పుడు పతననాళ (3), తోలననాళ (6) సంధికి కొంచెముమీదుగా పాదరసపుమట్టము నిలచునట్లు రసాశయమును మెల్లగా పైకెత్తినచో, గోళకములో ఇమిడిన గాలి తోలన నాళముతోను, తద్వారా శూన్యపాత్రతోను సంబంధములేకుండ వేరుచేయబడును. ఇప్పుడు గోళకమందు, దానితో కలిసియున్న సంకోచకనాళమందు ఇరుకుకొనిన గాలిఆయతనము (V), గోళకము, సంకోచకనాళము, ఈరెండింటి మొత్తపు ఆయతనమునకు సమముగ ఉండును. ఈ ఆయతనము ముందుగనే మనకు తెలిసిఉండవలెను. సంకోచకనాళముపైనున్న కొలతగురుతులదరికి పాదరసపుమట్టము వచ్చువరకు,

రసాళయమును మీదికెత్తుటవలన గోళములో ప్రత్యేకించబడిన గాలిని సంకోచింపచేయవచ్చును. సంకుచితమైన గాలి ఆయతనము (v), సంకోచకనాళపు అగ్రమునుండి క్రిందను కొలత గురుతుల వద్దనున్న పాదరసపు మట్టమువరకు గల ఆయతనమునకు సమముగా ఉండును.

సంకోచకనాళమందు కొలతగీతలకు ఎదురుగా పాదరసపు మట్టము నిలచినపుడు, తోలననాళములో అంతకన్న ఎక్కువ ఎత్తునకు పాదరసపుమట్టము లేచును. ఏలన శూన్యపాత్రతో కలిసియున్న ఈ గొట్టములోని ప్రేషము, సంకోచక నాళములో సంకుచితమైన గాలి ప్రేషముకన్న తక్కువగా ఉండును.

తోలనకైశికనాళము, సంకోచకకైశికనాళము ఈ రెండింటి రంధ్రముల అర్ధవ్యాసములు సమానమే గనుక ఈ రెండుగొట్టములలో అగపడు పాదరసపుమట్టముల భేదము (h) సంకోచకనాళమందున్న గాలియొక్క ప్రేషమునకు మానము. కాని సంకుచితవాయుప్రేషముతో సరిపోల్చి చూచినప్పుడు అసంకుచితవాయుప్రేషము అత్యల్పముగ ఉండుపరిస్థితిలోనే పాదరసపుమట్టములోని ఈ భేదము మానముగా ఆచరించును. అసంకుచితవాయుఆయతనము (V), సంకుచితవాయుఆయతనము (v), సంకుచితవాయుప్రేషము (p) మనకు ఇట్లు తెలిసినపిమ్మట, 1 వ సమీకరణములో వీటిమూల్యములను జొన్పి, శూన్యమందలి శూన్యప్రేషమును లెక్కకట్టవచ్చును. జ్ఞానానంద.

**ష్రడింగర్, ఎర్విన్** (జననము 1887): ఆస్ట్రియా భౌతికవిజ్ఞాని. ష్రడింగర్ వియన్నాలో చదువుకొని స్టట్‌గర్ట్, బ్రెస్లొ, జురిక్, ఆక్స్‌ఫర్డ్, గ్రాజ్, బెర్లిన్ విద్యాసంస్థలలో క్రమముగా ఆచార్యుడుగా పనిచేసి, 1940 లో డబ్లిన్ ఉన్నతానుశీలన సంస్థలో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1933 లో డిరాక్‌తోపాటు నోబెల్ బహుమతిని అందుకొనెను. ఈయన తరంగయాంత్రిక శాస్త్ర సృష్టికర్త. బోర్ పరమాణుప్రకృతికి అన్వయించు దోషములను తొలగించి, తరంగయాంత్రిక సిద్ధాంతదృష్టిలో మరియొక హెచ్చువివరణ సమర్థమగు పరమాణు ప్రతికృతిని కల్పించెను. 1946 లో నూతనక్షేత్రవాదమును ఒకదానిని స్థాపించప్రారంభించెను. కె. ల.

**సంగీతధ్వనులు**: ధ్వని రెండువిధములు: 1. శ్రావ్యధ్వని, 2. చప్పుడు: నియమితకాలాంతరక్రమముగ మన చెవిని పట్టించుచున్న ధ్వనిని చప్పుడు అనిపించుకొనును. వాద్యములనుండి ఉద్భవించు ధ్వని శ్రావ్యధ్వని. బండి చక్రము రోడ్డుమీద గడగడ కొట్టుకొనుట, ఉరుము, ఏనుగు ఘీంకారము — అవి చప్పుడుకు దృష్టాంతములు.

శ్రావ్యధ్వని లక్షణములు: శ్రావ్యధ్వనికి 1. ఉచ్చత; 2. తీవ్రత; 3. లక్షణము కలవు. ధ్వనిని కలుగుజేయుచున్న వస్తువుయొక్క స్పందన వేగముపై స్వరోచ్చత ఆధారపడి ఉండును. స్పందనవేగముతో సమముగా, అనులోమముగా స్వరోచ్చత మారుచుండును. సాధారణముగా ప్రధానస్వర పౌనఃపున్యమును పట్టి స్వరోచ్చత మారుచుండును. భేరి కొట్టినప్పుడుగాని, మేజాపై గుద్దినపుడుగాని కలుగు ధ్వనికి వ్యక్తమగు స్వరోచ్చత ఉండదు. ఏలన ఈధ్వనిలో అంతరస్వరములు, నియమరహితమైన స్పందములు ఉండును. కేవలమయిన చప్పుడునందు అనియత స్పందము లేఉండును. అందుచే దీనికి ఉచ్చతాగుణము లేదు. శ్రవణేంద్రియ గోచరమగు అధికతమోచ్చత 20 వేల తరగతిలోనున్న పౌనఃపున్యమునకు సమముగా ఉండును; అల్పతమోచ్చత 32 పౌనఃపున్యముగల ధ్వనికి ఉండును.

తీవ్రత: స్వరముయొక్క తీవ్రత ముఖ్యముగా దాని స్పందాయామమును, కంపనపరిమితిని బట్టి ఉండును. అవి ప్రధానముగా దాని పౌనఃపున్యమునుబట్టికూడ కొంచెము మారును. స్పందాయామము అధికమగుకొలది ఒకస్వరముయొక్క తీవ్రత హెచ్చుచుండును. స్వరతీవ్రత స్పందాయామవర్గమునకు అనులోమనిష్పత్తిలో ఉండును. స్వనద్విభుజము (ట్యూనింగ్‌ఫోర్క్)ను కాని, వీణతీగనుకాని మీటినపుడు స్వరతీవ్రత ధ్వనించువస్తువు స్పందాయామముతో అధికమగునట్లు సులభముగా తెలియగలదు. తీవ్రతకు, పౌనఃపున్యమునకు మధ్యగల సంబంధము చాల క్లిష్టమైనది. ఒక నియతస్పందాయామముగల ధ్వనితరంగములలో జనించుశక్తి దాని పౌనఃపున్యముతో హెచ్చును. కాని ఆ ధ్వనితీవ్రత శారీరక, మానసిక గుణముపై కూడ అనగా వివిధపౌనఃపున్యములవిషయమై మన చెవియొక్క సంవేదనాసామర్థ్యముపై ఆధారపడిఉండును. ఇ, $ఇ^0$ లు ఒకనియతఉచ్చతాలక్షణముగల స్వరముయొక్క తీవ్రతలైనచో వీటి రెండింటివ్యత్యాసమునకు $\log \frac{ఇ}{ఇ^0}$ మానము. ఈ వ్యత్యాసపు యూనిట్‌నకు శాస్త్రపరిభాషలో 'బెల్' అని పేరు. ఈపేరు ఈ సూత్రమును కనుగొనిన గ్రేయమ్‌బెల్ అను విజ్ఞాని స్మారకముగ స్థాపితమైనది. వ్యవహారములో వాడుకలోనున్న యూనిట్ 'బెల్' లో పదవవంతు; అనగా డెసిబెల్. ఇట్లు డెసిబెల్ యూనిట్‌లలో తీవ్రతావ్యత్యాసమును తెలుపు సమీకరణము:

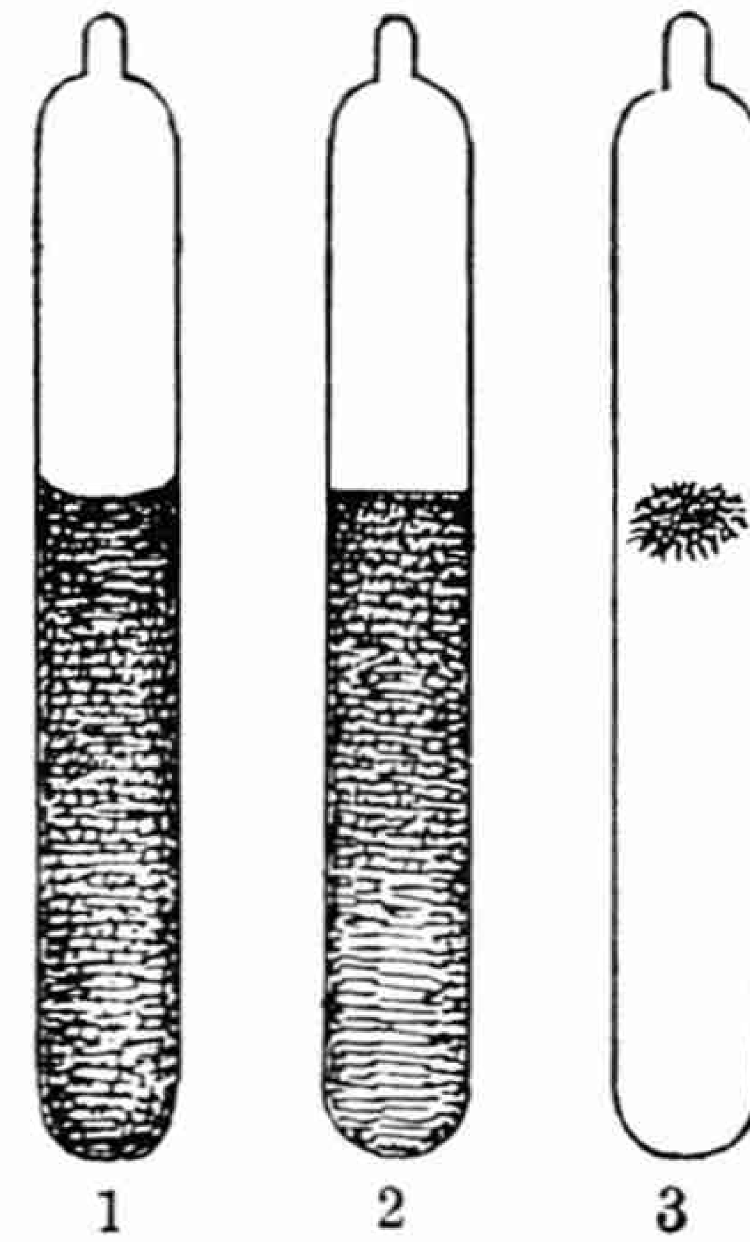
$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{ఇ}{ఇ^0}\right)$$

ఇందు L అనునది ‘ డెసిబెల్ ’ లో లెక్కపెట్టిన తీవ్రతా వ్యత్యాసము ; ఇ, $ఇ^0$ లు భిన్నతీవ్రతలు.

**స్వర లక్షణము :** ఫిడేలుగాని, వీణగాని ఒకేఉచ్చత, ఒకేతీవ్రత కలిగిన స్వరములను జనింప జేయునప్పుడు మన చెవి ఫిడేలుస్వరమును, వీణస్వరమునకు భిన్నమైన దానిగ గుర్తించగలదు. వివిధవాద్యములు ఉద్భవింపజేయు ఒకే స్వరమునకుగల ఈ విశిష్టతకే స్వరలక్షణము అని పేరు. స్వరలక్షణము ధ్వనించుచున్నవస్తువు స్పందించు విధానమును బట్టి ఉండును. క్లిష్టమైన స్పందనవిధానము సరళవిధానములక్రింద విడమర్చవచ్చును. ఈ సరళ విధానములు ఒక ప్రధానస్వరముయొక్క సంవాది స్వరములు, లేదా ఉపస్వరములు (హార్మోనిక్స్). ప్రధాన స్వరముతో మేళవించుచున్న ఈ ఉపస్వరముల క్రమము, సంఖ్య, సాపేక్షతీవ్రతను పట్టి స్వరలక్షణము నిర్ణీతమగును. ఈ సత్యమును తొలిసారిగా వెల్లడిచేసినవాడు హెల్మ్‌హోల్ట్స్. స్వరలక్షణమందు కన్పట్టు వ్యత్యాసమే మానవుల మధ్య సంభాషణను సంభవముగ ఒనర్చుచున్నది.

**సంవాదిస్వరములు (ఉపస్వరములు) :** వీణతీగ వంటి తీగను మీటినపుడు మనకు వినబడుస్వరము కేవలము శుద్ధమైనదికాదు. అనగా ఆతీగయొక్క ఒకేపౌనఃపున్యము వలన పుట్టినది కాదు. మీటినపుడు తీగ మొత్తముగా స్పందించి ఒకప్రధాన పౌనఃపున్యమును కలిగియుండును. ఇదిగాక తీగభిన్నాంకములుగాకూడ స్పందించి ఈ స్వరముతోబాటు ఈ ప్రధానపౌనఃపున్యమునకు పూర్ణాంక గుణిజములను మరికొన్ని పౌనఃపున్యములుకూడ గోచరించును ; అనగా వినబడినస్వరము ప్రధానస్వరజన్యమే గాక ఈ ఉపస్వరసమ్మేళనమువలన జనించినది అగును. ఈపౌనఃపున్యగుణిజములకు శాస్త్రపరిభాషలో ఉపస్వరములు లేదా సంవాది స్వరములు అని పేరు. త. స. న. మూ.

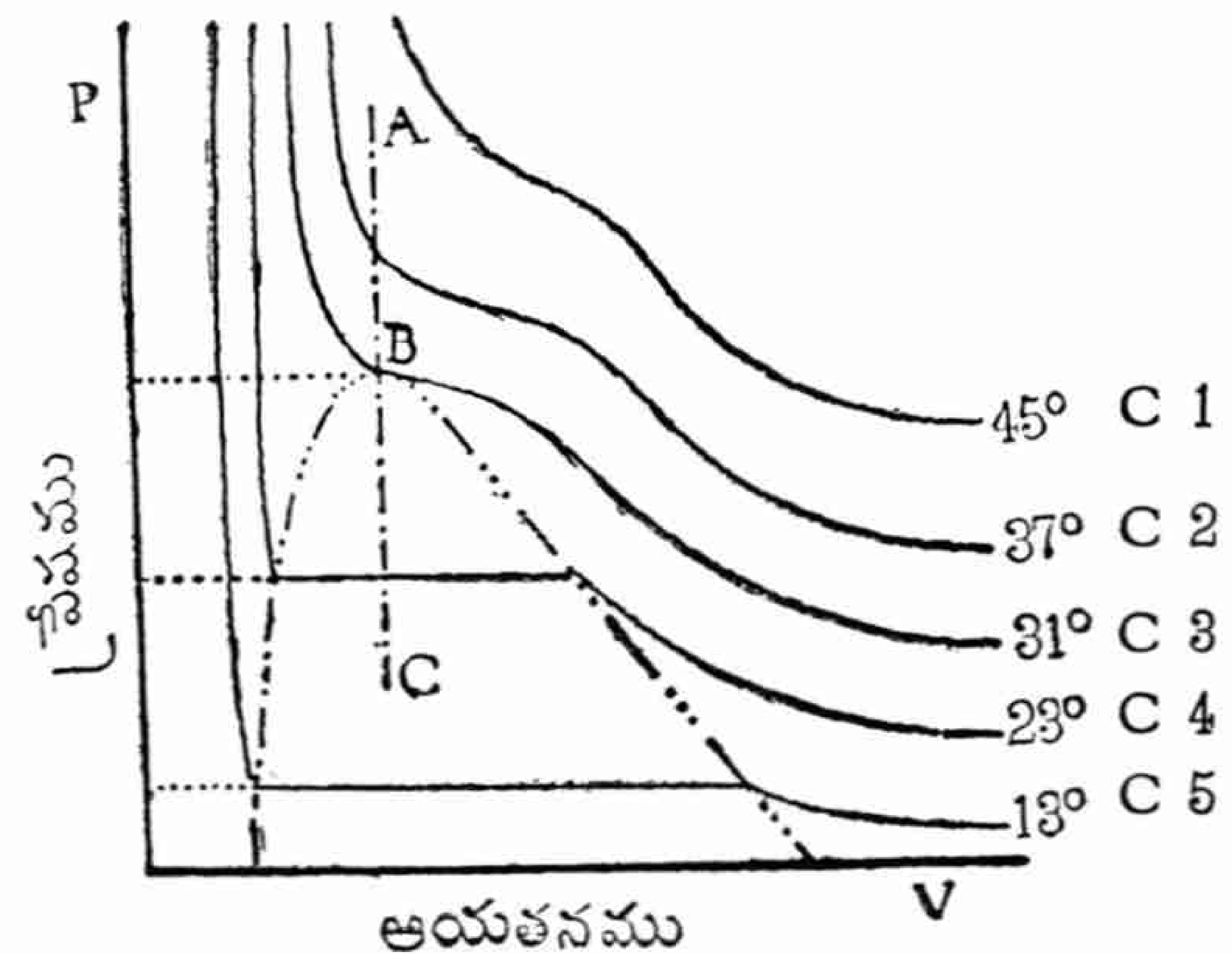
**సందిగ్ధస్థితి (క్రిటికల్ స్టేట్) :** బలమైన గోడలుగల గాజు గొట్టమును ఏదేని బాష్పశీలమగు ద్రవద్రవ్యముతోను, దాని బాష్పముతోను నింపి, తాపక్రమము క్రమముగా ఎక్కువగుచున్న పరిసరములలో ఉంచినచో నాళములోపలి బాష్పప్రేషము, బాష్పము యొక్క సాంద్రత ఎక్కువగును. ఆ సమయమందే ద్రవముయొక్క ఆయతనము స్వల్పముగా అధికమైదాని ఉపరితలము అర్ధచంద్రాకారమును విడచి సమతలముగా మారును. తాపక్రమము ఎక్కువగు కొలది ద్రవముయొక్క సాంద్రత, దాని తలతన్యత తగ్గుటచేత ద్రవతలము సమమట్టముగా అగును. ఇట్లే తాపక్రమము ఎక్కువ చేయుచురాగా, ఒక నియతతాపక్రమము వద్ద బాష్పమునుండి ద్రవమును వేరుపరచు సామాన్యతలము కంటికి అగపడకుండ పోవును. ఈ మధ్యతలము అంతరించు తాపక్రమమునకు సందిగ్ధతాపక్రమము అనిపేరు. ఈ అవస్థలో గొట్టములో నున్న ద్రవ్యము ద్రవావస్థలో ఉన్నదో, బాష్పావస్థలో ఉన్నదో తెలిసికొనుట కష్టము. ఇట్టి అవస్థను సందిగ్ధావస్థ అందుము. ఇంతలో సందిగ్ధతాపక్రమమునకు మించి వేడి ఎక్కిన నాళమును చల్లార్చినచో మరల ఈ సందిగ్ధతాపక్రమమువద్దనే పోయిన ద్రవతలము ఆవిర్భవించును. ద్రవావస్థ తెంపులేకుండ బాష్పావస్థలోనికి మారును అను విషయము ఈ ప్రయోగమువలన మనకు తెలియుచున్నది.




1 వ పటము : సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద ద్రవ్యస్థితిలోని మార్పు

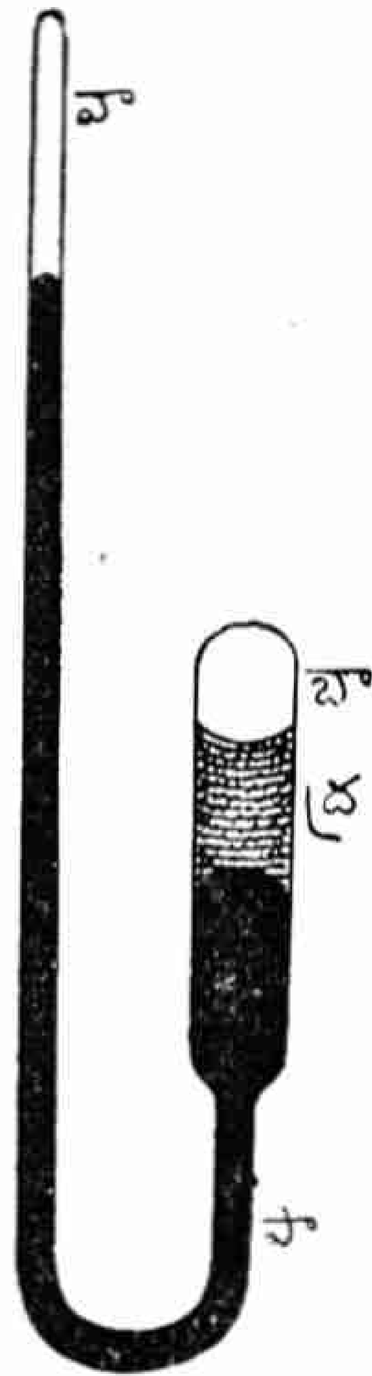
1. వేడిచేయుటకు మొదలు పెట్టినప్పుడు ; 2. ద్రవతలము సమతలమైనది ; 3. ద్రవమునకు, బాష్పమునకు మధ్యతలము అంతరించినది.

ఈ పై ప్రయోగములో సంభవించిన మార్పులను 2వ పటములోని A B C అను సరళరేఖ సూచించుచున్నది. పటములోని 1, 2, 3, 4, 5 వక్రరేఖలు వేర్వేరుతాపక్రమముల వద్ద కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుయొక్క ప్రేషమునకు, ఆయతనమునకు గల సంబంధమును తెలియజేయును. ప్రతి రేఖయును ఒకనియత తాపక్రమువద్ద వాయువుయొక్క ప్రవర్తనను తెలియజేయుటచే, వీటికి సమతాప




2 వ పటము : కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ యొక్క సమతాపరేఖలు ఇందు 31°C. సందిగ్ధసమతాపరేఖ

రేఖలు (ఐసోథెర్మల్ కర్వ్స్) అని పేరు. ఇందు మూడవ రేఖకు సంబంధించిన తాపక్రమము 31°C. ఇదియే కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువుయొక్క సందిగ్ధ తాపక్రమము. ఈ రేఖకు పై రేఖలలో వాయువు ద్రవీభవించు చిహ్నాలు కానము. క్రింది రేఖలలో (4వ రేఖలో) ఆయతనాక్షమునకు సమానాంతరముగా ఉన్న రేఖాఖండము వాయువు ద్రవస్థితిని గ్రహించినదని తెలియ జేయును. వాయుతాపక్రమము సందిగ్ధతాపక్రమమును దగ్గరించిన కొద్ది ఈ సమానాంతర రేఖాఖండము సంకుచితమగుచు, సందిగ్ధ తాపక్రమరేఖపై Bఅను బిందువుగా పరిణమించును. సందిగ్ధసమతాపరేఖపై నున్న ఈ బిందువునకు ఆ వాయువు యొక్క 'సందిగ్ధబిందువు' అని పేరు. ఈ బిందువునకు అనుగుణమగు వాయు ఆయతనమునకు సందిగ్ధాయతనము ($V_c$) అనియు, ప్రేషమునకు సందిగ్ధప్రేషము ($P_c$) అనియు పేర్లు. సందిగ్ధతాపక్రమమునకు క్రిందనున్న తాపక్రమములలోనే ద్రవము, బాష్పము సమతాస్థితిలో ఉండును. పై తాపక్రమములలో ద్రవస్థితి అసంభవము. సందిగ్ధతాపక్రమము కన్న పై తాపక్రమములలోనున్న ద్రవ్యస్థితిని వాయువనియు, క్రింది తాపక్రమములో నున్న దానిని బాష్పము అనియు వ్యవహరింతురు.




3 వ పటము : సందిగ్ధతాపక్రమ నిర్ణయము
వా = సామాన్య వాయువు(గాలి)
బా = బాష్పము
ద్ర = ద్రవము
పా = పాదరసము

ఏదేని ద్రవము యొక్క సందిగ్ధ తాపక్రమమును, దాని సందిగ్ధ ప్రేషమును ప్రయోగముచే నిర్ణయించవచ్చును. 3 వ పటములో J ఆకారము గల గొట్టము యొక్క విరివిచేయబడిన హ్రస్వభుజములో పాదరసముపై కొంత ద్రవము, దాని బాష్పము బంధించబడి, పొడవుగా, సన్నగా నున్న ఎడమభుజమందు పాదరసముపై గాలి ఉన్నది. ఈ గాలియొక్క ఆయతనమును బట్టి గొట్టములోని ప్రేషమును నిర్ణయించవచ్చును. కుడి భుజమందున్న ద్రవముయొక్క తలము ఆకస్మికముగా అంతరించువరకు నాళమును క్రమముగా వేడిచేయవలెను. ఏ తాపక్రమమువద్ద ద్రవతలము తిరోగమించునో ఆతాపక్రమమే సందిగ్ధ తాపక్రమము ($T_c$). ఎడమ భుజములో నున్న గాలి యొక్క ఆయతనమును కొలచినచో ఆ తాపక్రమమువద్ద గొట్టములోని ప్రేషము ($P_c$) ను నిర్ణయించవచ్చును. గొట్టములో నున్న ద్రవము యొక్క భారము, సందిగ్ధతాపక్రమమువద్ద అది ఆక్రమించు ఆయతనము తెలిసినచో దాని సందిగ్ధ తారతమ్య సాంద్రత ($D_c$) ను నిర్ణయించవచ్చును. మే. ప. స.

**సంవేష్టన ప్రభాగము** (పాకింగ్ ఫ్రాక్షన్): నవీన పరమాణురచనాసిద్ధాంత ప్రకారము పరమాణు కేంద్రకము, ప్రతి పరమాణువునకును ఒక నిర్దిష్టసంఖ్యగల ప్రోటాన్‌లు, మరియొక నిర్దిష్టసంఖ్యగల న్యూట్రాన్‌లచే సంఘటితమై ఉండును. అందుచే పరమాణు కేంద్రకద్రవ్యరాశి అందుండు న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్‌ల మొత్తపు ద్రవ్యరాశికి సమానముగా ఉండవలయును. ప్రత్యక్షముగా కేంద్రద్రవ్యరాశి, దాని ఘటకముల మొత్తపు ద్రవ్యరాశికన్న ఎప్పుడును కొంచెము తక్కువగానే ఉండును. ద్రవ్యరాశియందు అగపడు ఈ తక్కువ న్యూట్రాన్, ప్రోటాన్‌లు కలిసి కేంద్రముగా కీలితమగు సమయమున, పైకి వెలువడిన శక్తికి సమానమని శాస్త్రజ్ఞులు ఊహించిరి. ఐన్‌స్టయిన్ నిర్వచించిన శక్తి, ద్రవ్య సమీకరణ నియమ ప్రకారము $E = mc^2$ [ఇచ్చట E = శక్తి, m = ద్రవ్యరాశి, c = వెలుతురువేగము ($3 \times 10^{10}$ సెంటీమీటరు / సెకను)]. ఒక ఉదాహరణమును తీసికొందము: రెండు ప్రోటాన్‌లు, రెండు న్యూట్రాన్‌ల మొత్తపు ద్రవ్యరాశి $2 \times 1{\cdot}0081 + 2 \times 1{\cdot}0090 = 4{\cdot}0342$ యూనిట్‌లు. రెండు ప్రోటాన్‌లు, రెండున్యూట్రాన్‌లు దృఢముగా కీలితమై ఏర్పడిన హీలియమ్‌కేంద్రము 4·0039 యూనిట్‌ల ద్రవ్యరాశినే చూపుచున్నది. అనగా 0·0303 యూనిట్‌లు తక్కువగా ఉన్నది. దీనివలన ఒక హీలియమ్ పరమాణువు ఏర్పడినపుడు :

$E = mc^2 = 0{\cdot}0303 \times (3 \times 10^{10})^2$ అర్గ్‌లు, లేదా $6{\cdot}6 \times 10^{11}$ కేలోరీల శక్తి వెలువడినది. దీనివలన మనము తెలిసికొనవలసినవిషయము ఏమన, ద్రవ్యరాశి ఉచిత పరిస్థితులలో శక్తిగా మారినపుడు వ్యయమైనద్రవ్యరాశి కొంచెమైనను, వినిమయమందు అగపడుశక్తి అపారము. మనము పరిశోధనాగారమందు జరిగించు రాసాయనిక కార్యములు ఏవియును శక్త్యావిష్కరణలో, సంవేష్టనశక్తికి సాటిరావు. పైని వివరించిన హీలియమ్‌పరమాణురచనా కార్యమే హైడ్రోజన్ బాంబుయందు, ఆటంబాంబుయందుకంటె అత్యధికమైన శక్తినిచ్చుకార్యము (చూ. ఐన్‌స్టయిన్ సమతాసూత్రము - పు. 233). మే. వ. న.

**సత్తు** : చూ. తగరము - పు. 364.

**సమస్థానీయములు** : సహజ రేడియోధార్మికతగల యురేనియమ్, థోరియమ్ మూలద్రవ్యములు రెండును క్రమ విఘటనము చెందుచు చివరకు రేడియోధార్మికత కాని సీసమును జనింపజేయును (చూ. రేడియోధార్మికత,

సహజ-పు.599). ఈ రెండును సీసపు భౌతిక రాసాయనికధర్మములను చూపునవియే అయిన వీటి పరమాణుభారములు వరుసగా 206, 208. ఇదిగాక ఖనిజసీసము 207 పరమాణు భారము కలది ఒకటి ఉన్నది. ఈ మూడును ధర్మైక్యము కలవి అగుటచే ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు ఒకే స్థానమున చూపనగును. ఆవర్తక్రమ పట్టికయందు ఒక మూలద్రవ్యము ఆక్రమించు స్థానము ఆ మూలద్రవ్య భౌతిక, రాసాయనిక ధర్మావేదకము. ఇట్లు ఒకే స్థానాంకము లేదా పరమాణ్వాంకము కలిగి, విభిన్న ద్రవ్యరాశుల చూపు పరమాణువులకు 'సమస్థానీయము'లు అని పేరు.

కేంద్రక రచనయందు పాల్గొను ఘటకములు ఎవ్వియో తెలిసిన తరువాత సమస్థానీయములు ఎందుకు ఉండవలెనో తెలిసినది. కేంద్రకమందు ఉండు ప్రధానఘటకములు ప్రోటాన్‌లు, న్యూట్రాన్‌లు. మొదటివి ఆవర్తక్రమ పట్టికలో పరమాణువు స్థానమును, దాని స్వభావమును, దానిచుట్టు తిరుగు ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యను నిర్ణయించును. న్యూట్రాన్‌లు, ప్రోటాన్‌లతో కలిసి కేంద్రక ద్రవ్యరాశిని నియమించును. ప్రోటాన్‌ల సంఖ్య మారకుండ కేంద్రకమందు న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్యలో వ్యత్యాసమున్నపుడు ఒక మూలద్రవ్యము సమస్థానీయముల ప్రదర్శించును. ఆరంభోదాహరణములు చూపినట్లు సమస్థానీయములు మొదట రేడియోధార్మిక సంఘటనల అనుశీలనలో గుర్తించబడినవి. ధనకిరణ విశ్లేషణ (చూ. ధనకిరణములు – పు. 424) సహాయముచే సమస్థానీయముల భేదములను గుర్తించి వాటి ద్రవ్యరాశుల నిర్ణయించుట సాధ్యమైనది.

ప్రకృతిలో దొరకు మూలద్రవ్యములలో 83 మూలద్రవ్యములకు సమస్థానీయములు కలవు; ఇరువదింటికి లేవు. ఈ సమస్థానీయ సంఖ్య ఒక మూలద్రవ్యముకు రెండు మొదలు 10 వరకు ఉన్నది.

ఉదా : నియాన్ 2, కాడ్మియమ్, తగరము 10.

హైడ్రోజన్, హీలియమ్ సమస్థానీయములు

| సమస్థానీయములు | ప్రోటాన్‌లు | న్యూట్రాన్‌లు | ద్రవ్యరాశి సంఖ్య |
|---|---|---|---|
| హైడ్రోజన్ 1 | 1 | 0 | 1 |
| హైడ్రోజన్ 2 డోయిటీరియమ్ | 1 | 1 | 2 |
| హైడ్రోజన్ 3 ట్రిటియమ్* | 1 | 2 | 3 |
| హీలియమ్ 3 | 2 | 1 | 3 |
| హీలియమ్ 4 | 2 | 2 | 4 |

* రేడియోధార్మికత; కృత్రిమ కేంద్రకీయ పరివర్తన ప్రయోగములందు లభ్యము.

ప్రకృతిలో 275 స్థిరమైనవి, కొద్ది సంఖ్య రేడియోధార్మిక పరివర్తనలో తారసిల్లినవి, సమస్థానీయములు కలవు. ఇవిగాక 700 రేడియోధార్మిక ప్రవృత్తిగలవి కేంద్రకీయ పరివర్తన ప్రయోగములందు, సైక్లోట్రాన్, కేంద్రకీయ పరివర్తకము మొదలగు పరికరములలోను బయలుపడినవి కలవు.

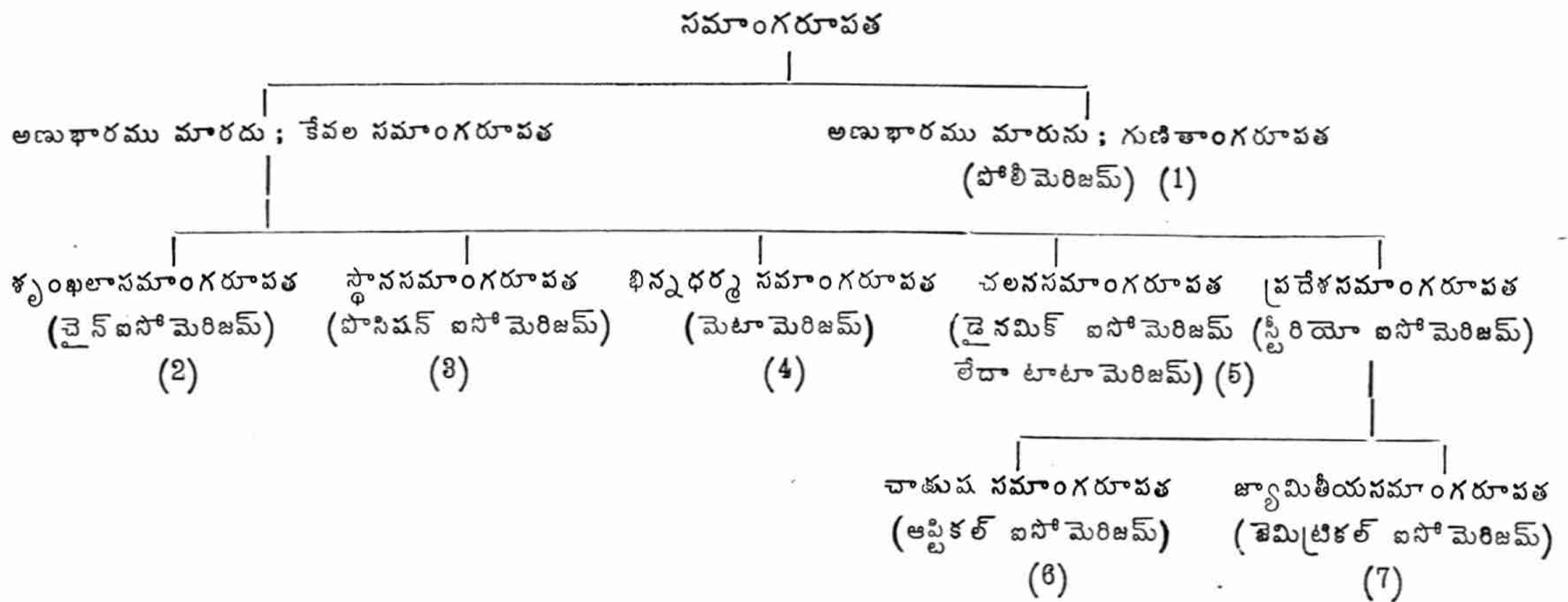
ఒక నియత పరమాణువుయొక్క సమస్థానీయములు అన్నియు ఇంచుమించు సమాన ధర్మములుకాని వాటి మధ్య సూక్ష్మవిభేదములు లేకపోలేదు. హైడ్రోజన్ ధర్మములకు డోయిటీరియమ్ ధర్మములు చాల భిన్నములు. ఇంతేగాక కేంద్రక ద్రవ్యరాశి భేదము కేంద్రక ఆయతన భేదము, సమస్థానీయ పరమాణు వర్ణమాలల రేఖలలో అగుపడు స్థానచ్యుతికి కారణములు. మొదటి ప్రభావము లఘిష్ఠ మూలద్రవ్యములలో కాననగును. రెండవది భారయుత మూలద్రవ్యములందు ప్రాధాన్యమును వహించి, వాటి కేంద్రకముల యొక్క రచనను నిర్ణయించుటకు తోడ్పడును. మే. వ. స.

**సమాంగరూపత :** పరమాణువుల స్వభావము, సంఖ్య లేదా వాటిరాశి నిష్పత్తి సమానముగా ఉండి భిన్నరాసాయనిక భౌతికధర్మములను కలిగియుండు యౌగికములను సమాంగరూపములందురని సమీతలో సోదాహరణముగ సూచించియుంటిమి (చూ. పు. 101). అకర్బన రాసాయనిక శాస్త్రమందు సమాంగరూపతా సంఘటన కార్బన్ రాసాయనికశాస్త్రమందుకన్న తక్కువగా కనపడును; కార్బన్ యౌగికముల అద్భుత బాహుళ్యమునకు ఈ సంఘటనమే ప్రధాన కారణములలో ఒకటి.

యౌగికముయొక్క అణుభారములలో మార్పులేక కేవలపరమాణువిన్యాసమందలి మార్పువలన ఏర్పడు గుణభేదసంఘటనకే సాధారణముగా సమాంగరూపత అని పేరు. అణుభారము గుణిజక్రమముగా మారుటవలన ఏర్పడు వివిధయౌగికసంఘటనలకు గుణితాంగరూపత అని పేరు. ఉదాహరణమునకు $CH_2O$, $(CH_2O)_2$, $(CH_2O)_3$, $(CH_2O)_6$ అను సాంకేతికములుగల యౌగికములు వేరువేరురాసాయనికధర్మములు కలవి. ఈ నాల్గింటిలో తక్కినమూడు మొదటిదానియొక్క బహుగుణితాంగరూపములు. ఇవి క్రమముగా ఫార్మాల్డిహైడ్ ($H.CHO$), ఆసిటిక్‌ఆసిడ్ ($CH_3.COOH$), మెతిల్ గ్లైకొనేట్ ($CH_2OH:COOCH_3$), గ్లూకోజ్ ($C_6H_{12}O_6$) అను సంపూర్ణముగా పరస్పరభిన్నధర్మములుగల యౌగికములు. ఈ బహుగుణితాంగరూపతనుకూడ సమాంగరూపతాసంఘటనయొక్క భేదముగా భావింతురు. ఈ

బహుగుణితాంగ రూపతా సంఘటన ప్లాస్టిక్ ద్రవ్య నిర్మాణములో ప్రధానపాత్రను నిర్వహించుచున్నది. ఈ క్రింది పట్టికగా చూపిన వివరణము సమాంగరూపతా ప్రకారములను సంగ్రహముగా సూచించుచున్నది :

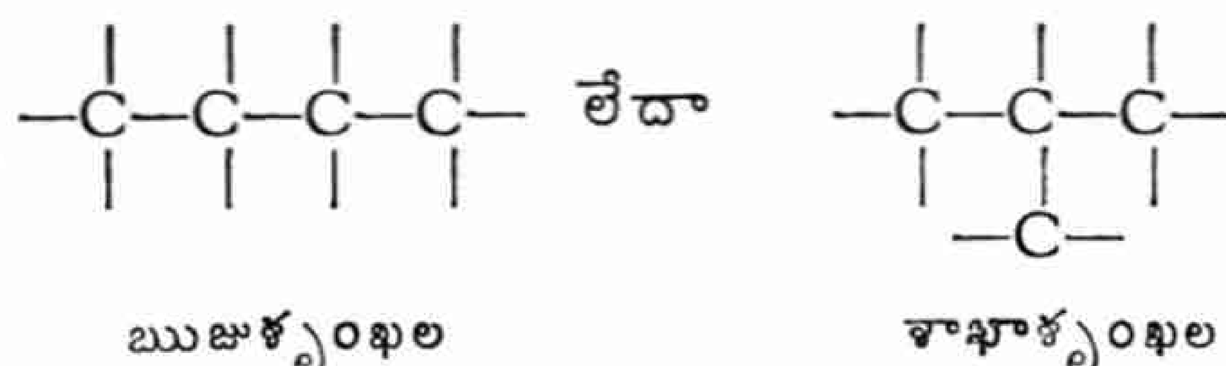
స్థానములలో ఇతర పరమాణువులు ఆదేశముగా వచ్చునపుడు లభ్యములగు ప్రతిస్థాపిత యౌగికములలో ఈ సంఘటన తారసిల్లును; ఉదాహరణముగా ప్రొపేన్‌ను తీసికొందము.




పై విభజనలో సప్తవిధములైన సమాంగరూపత నిర్దేశించబడినది. ఇక వాటిప్రత్యేక స్వభావములను పరిశీలింతము.

**గుణితాంగరూపత :** పైని ఉదహరించబడినది.

**శృంఖలా సమాంగరూపత :** కార్బన్ యౌగికములందు కార్బన్ పరమాణువులు ఒకదానితోఒకటి గొలుసుకట్టుగా కలిసిఉండునని చెప్పిఉంటిమి. ఈగొలుసు తిన్నగా ఉండవచ్చును. లేదా అక్కడక్కడ శాఖలుగా విస్తరించి ఉండును.




ఈ రెండు కార్బన్ పంజరములందును పరమాణుసంఖ్య నాలుగే. మొదటిదానిలో పరమాణువులు ఋజురేఖలో ఉన్నవి. రెండవదానిలో మధ్యపరమాణువుదగ్గర మరొక పరమాణువు శాఖగా ఏర్పడినది. చిత్రములో కనపర్చబడిన శూన్యయోజనీయతాసంబంధములను హైడ్రోజన్ పరమాణువులచే పూరించినచో బూటేన్ యొక్క సమాంగరూపములు ఏర్పడును (చూ. హైడ్రోకార్బన్‌లు : బూటేన్ - పు. 765).

**స్థాన సమాంగరూపత :** హైడ్రోకార్బన్‌లందు కార్బన్ పరమాణువుతో చేరియున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువుల

ఇచ్చట ఏదేని ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువుస్థానమును క్లోరీన్ పరమాణువు ఆక్రమించు సందర్భములో రెండురకముల క్లోరీన్ వ్యుత్పన్నములు 1 - క్లోరో లేదా నార్మల్ క్లోరోప్రొపేన్ ($CH_3-CH_2-CH_2Cl$); 2-క్లోరో లేదా సెకండరీ క్లోరోప్రొపేన్ ($CH_3CHCl+CH_3$) సిద్ధించును. ఈ యౌగిక భేదము క్లోరీన్ స్వీకరించిన స్థానభేదమునుపట్టి ఉండును.

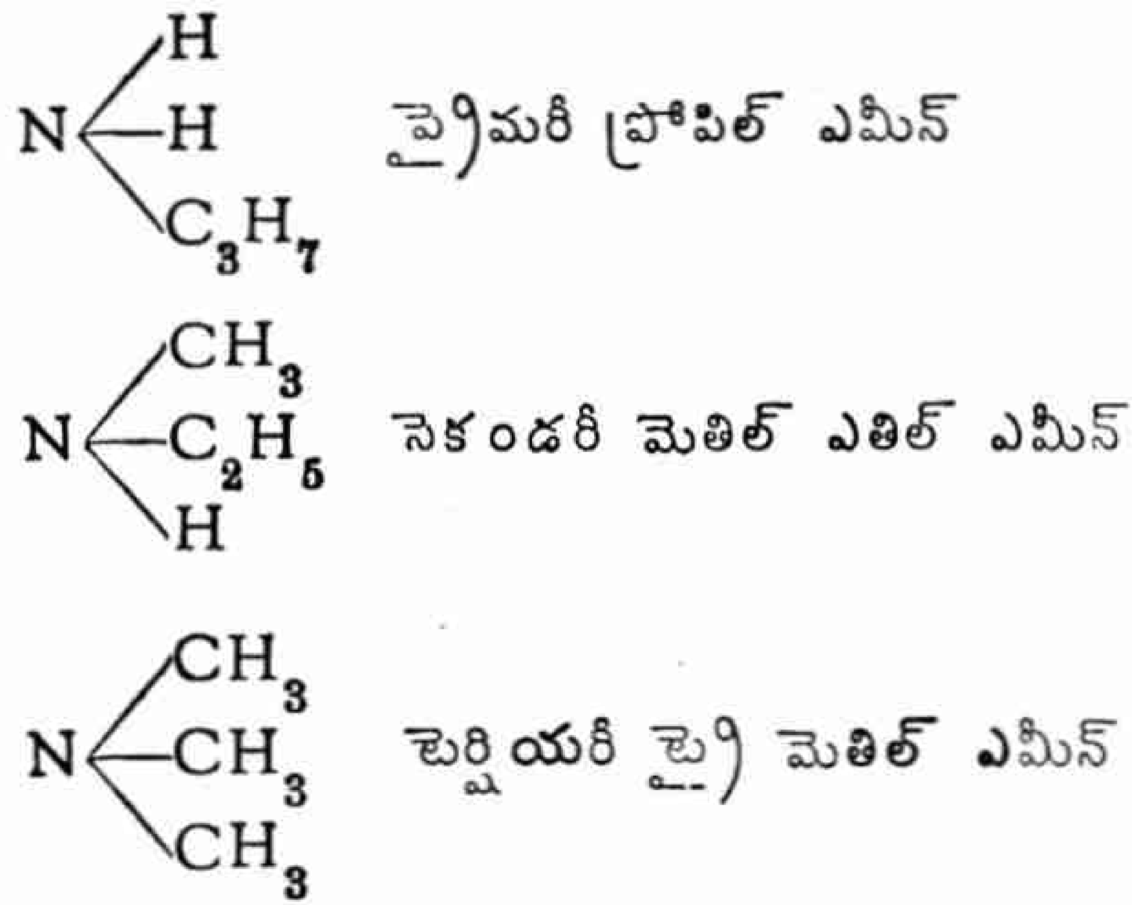
$$\overset{3}{CH_3}-\overset{2}{CH_2}-\overset{1}{CH_3}$$

ప్రొపేన్ సాంకేతికము

ఇట్లే ఆదేశముగా వచ్చునది హైడ్రాక్సిల్ గణమైనప్పుడు నార్మల్ ప్రొపిల్ ఆల్కహాల్ ($CH_3.CH_2.CH_2OH$), సెకండరీ ప్రొపిల్ ఆల్కహాల్ ($CH_3.CHOH.CH_3$) లభించును. ఇతర ఉదా: హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ (చూ. ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్ : పు. 177)

**భిన్నధర్మ సమాంగరూపత :** $C_5H_{10}O_2$ అను సాంకేతికముగల యౌగికములు నాలుగు ఉన్నవి. 1. మెథిల్ బూటిరేట్ ($C_3H_7COOCH_3$), 2. ఎథిల్ ప్రొపియనేట్ ($C_2H_5COOC_2H_5$), 3. ప్రొపిల్ అసిటేట్ ($CH_3COOC_3H_7$), 4. బూటైల్ ఫార్మేట్ ($HCOOC_4H_9$). ఈ నాలుగు యౌగికములును ఎస్టర్‌లే. కాని ఆల్కహాల్, ఆమ్లగణములు వేరగుటచే అవి భిన్న ధర్మములుగల ఎస్టర్‌లు. ప్రైమరీ, సెకండరీ, టెర్షియరీ అను ఎమీన్‌ల భేదములుకూడ ఈ తరగతివే. $C_3H_9N$ అను సాంకేతికము

ఒక ప్రైమరీ, ఒక సెకండరీ, ఒక టెర్షియరీ ఎమీన్‌ను నిర్దేశించును :

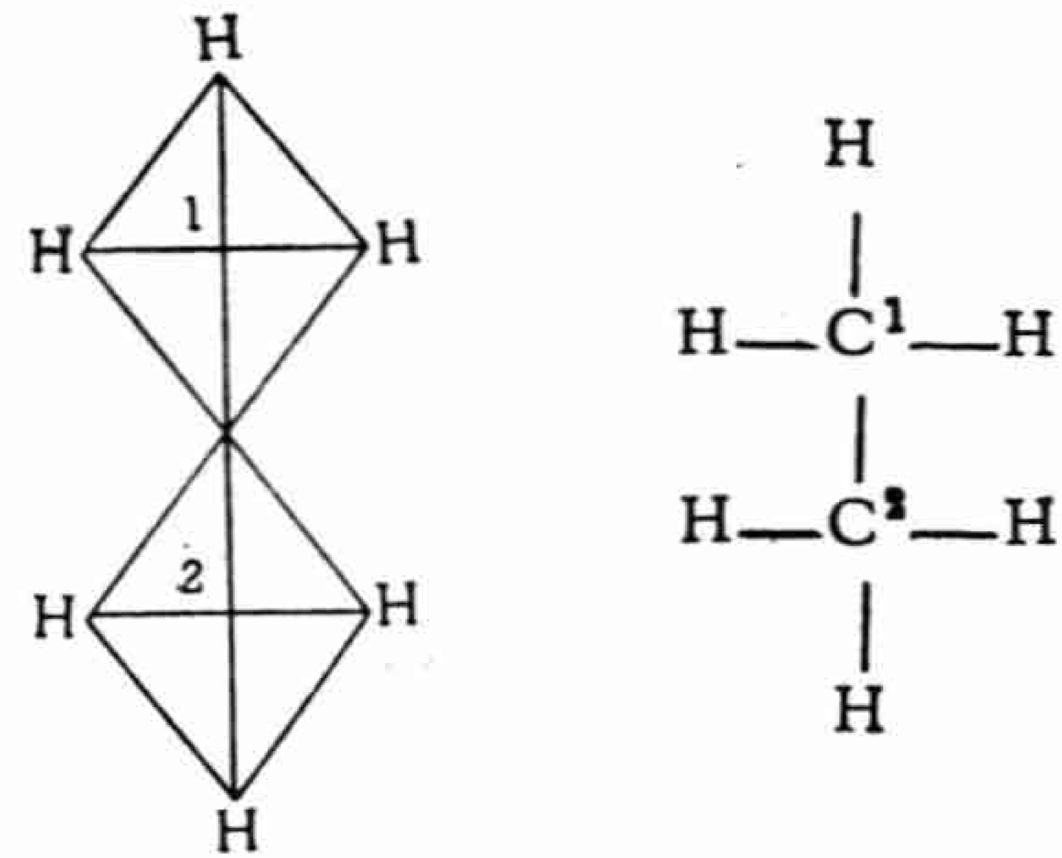



ఇచ్చటకూడ నైట్రోజన్ పరమాణువుతో కూడియున్న గణములు వేరగుటచే ఈ సంఘటన ఏర్పడినది.

**చల సమాంగరూపత :** ఈ సంఘటన హైడ్రోజన్ పరమాణువుగల యౌగికమందు అది ఒకపరమాణువునుండి మరియొకదానికి చలించుటవలన ఏర్పడును; దీనికి సరళ దృష్టాంతము హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్ యొక్క సాధారణ ($H-C\equiv N$), ఐసో ($H-N=C$) రూపములు. ఇచ్చట హైడ్రోజన్ మొదటిసాంకేతికములో కార్బన్‌తో కలిసి ఉన్నది; రెండవదానిలో నైట్రోజన్ కలిసి ఉన్నది. అనగా సైనోజన్‌గణము ( : C : : : N : ) నకు ఇవతలి, అవతలి స్థానముల మధ్య హైడ్రోజన్ పరమాణువు స్పందించుచుండును. హైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్‌లో ఈ స్పందనము అతివేగముగా జరుగుచుండుటచే ప్రత్యేకరూపములను విడదీయుటకు వీలులేదు. ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ ($CH_3.CO.CH_2.COOC_2.H_5$) వంటి మరికొన్ని యౌగికముల విషయమై సమతులితావస్థలో ఉండు ఈ రెండు రూపములను విశేషపరిస్థితులలో ప్రత్యేకముగా తయారు చేయవచ్చును. ఆసిటోఆసిటిక్ ఎస్టర్ రచనయందు కీటో, ఈనోల్ రూపములమధ్య అనగా CO, $CH_2$ ల మధ్య హైడ్రోజన్ చలించుటను గుర్తించవలెను(చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్ - పు. 279).

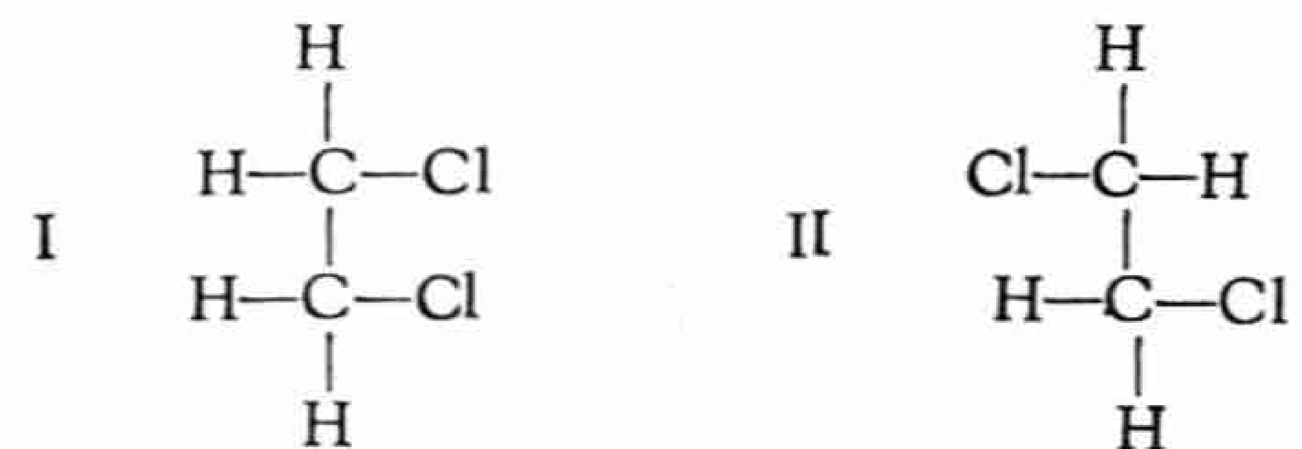
**ప్రదేశ సమాంగరూపత :** యౌగికాణువులు, పరమాణువులు కూడ ద్రవ్యశకలములు గనుకను, ద్రవ్యము స్థలమును ఆక్రమించును గనుకను, యౌగికాణురచనలో పరస్పరము సంబద్ధమైన పరమాణువులుగాని, పరమాణు గణములు కాని అంతరాళములో మూడు వైపుల విస్తృతమై( ఎక్స్‌టెండింగ్ ఇన్ త్రి డై మెన్‌షన్స్) ఉండవలెను. అంతరాళమందు కుడి - ఎడమ, ముందు - వెనుక, క్రిందు - మీదు అను మూడుదిశలలో అణురచన విస్తృతమై ఉన్నట్లు నిరూపించగల సాంకేతికములచేగాని కొన్నివిశిష్ట స్వభావముగల యౌగికములయొక్క ధర్మములను వివరించుటకు వీలుగాదని చూపియుంటిమి (చూ. అణురచన- పు. 136). కార్బన్‌పరమాణువు యొక్క నాలుగుయోజనీయతలును, అంతరాళములో కేంద్రమందున్న కార్బన్ పరమాణువుచుట్టు లిఖించబడిన సమచతుస్తలకముయొక్క నాలుగు కోణముల దిశలలో విస్తరించి ఉండునని ఫాన్ట్‌హాఫ్ సూచించెను. కార్బన్ పరమాణు యోజనీయతల ఈ దైశిక (స్పేషల్) విన్యాసము ఎటుల సమాంగరూపతా సంఘటనను కలుగజేయునో క్లుప్తముగా ప్రస్తావింతము.

ఫాన్ట్‌హాఫ్ సూచనను అనుసరించి ఎథేన్ యొక్క అణురచనను దైశిక రేఖాచిత్ర సాంకేతికముచే నిరూపించవచ్చును. I చిత్రములో కోణముతో కోణమునంటి



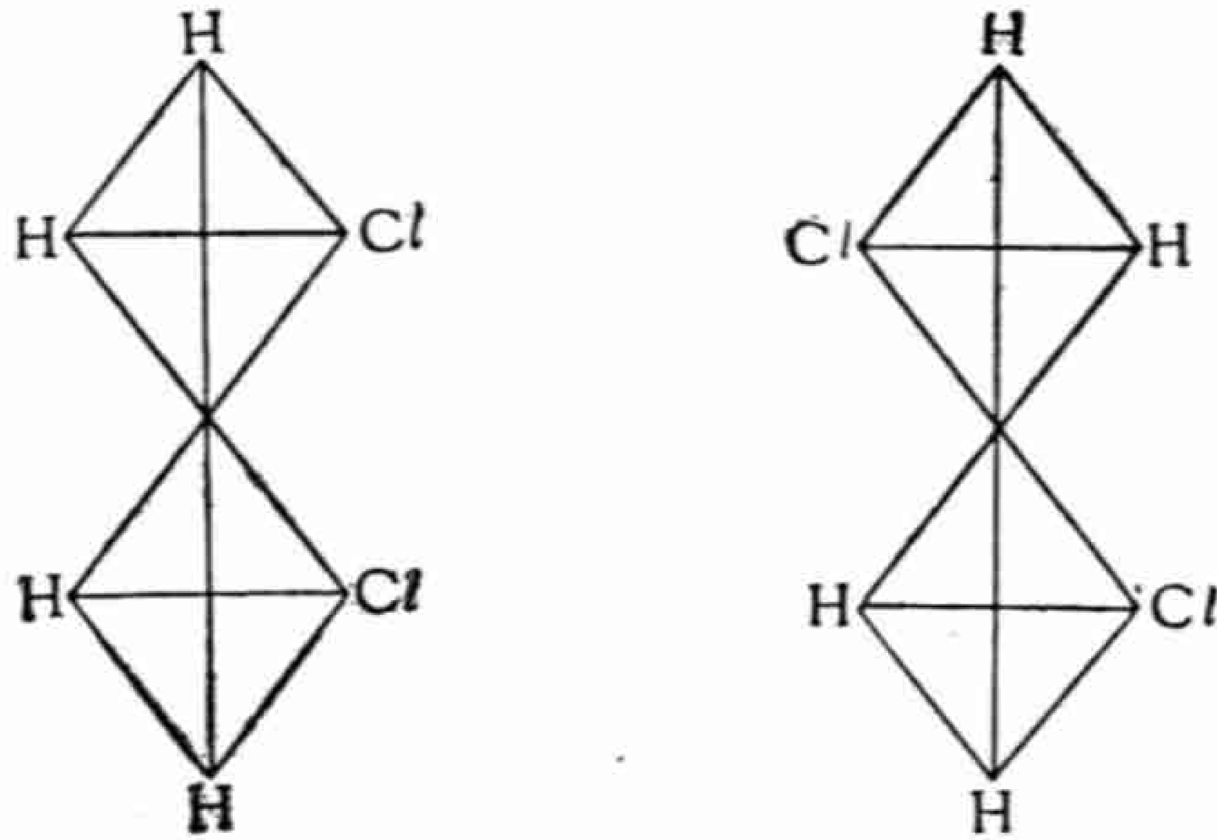

I దైశిక సాంకేతికము II రేఖాచిత్ర సాంకేతికము

యున్న రెండుసమచతుస్తలకములను రెండు కార్బన్‌పరమాణువుల సమ్మేళనమును నిరూపించును. ప్రక్కనున్న II చిత్రములో 1 - 2 కార్బన్ పరమాణువులమధ్య యోజనీయతలు పరస్పరము సంతృప్తములై రెండు కార్బన్ పరమాణువులను కలుపుచున్న ఏక బంధముగా పరిణమించినది. ఎథేన్‌లోని రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల స్థానములందు రెండు క్లోరీన్ పరమాణువులు ఆదేశములుగా వచ్చినపుడు డైక్లోరో ఎథేన్ యౌగికము ఏర్పడును. దీనిసాంకేతికమును క్రింద కనపరచిన రెండు విధముల వ్రాయవచ్చును :




మొదటిదానిలో క్లోరీన్‌పరమాణువులు రెండును కార్బన్‌పరమాణువుల కుడిప్రక్కనే ఉన్నవి. రెండవ

దానిలో పైది ఎడమప్రక్కను, క్రిందది కుడిప్రక్కను ఉన్నవి. ఈ సన్నివేశములను దైశికసాంకేతములచే ఈ క్రింది విధమున చూపించవచ్చును :




సన్నివేశభేదమును ఆధారముచేసికొని కల్పితమైన ఇట్టి యౌగికభేదములను ప్రయోగము చూపలేకపోయినది. ఇట్టియౌగికముల అసంభవమునకు కారణము ఈ క్రిందివిధమున ఊహించవచ్చును. ఏకయోజనీయబంధముతో కలుపబడిన రెండు కార్బన్ పరమాణువులును యథేచ్ఛగా ఒకదానిపై ఒకటి గిరగిరతిరుగుటకు అవకాశము కలదు. అనగా రెండు కార్బన్ పరమాణుసమచతుస్తలకములును అవిరతముగా వాటిలోనవి తిరుగుచు వాటికుడిఎడమలను వ్యత్యస్తమొనరించుకొనగలవు. అందువలన క్లోరిన్ పరమాణువులు కుడివైపునగాని, ఎడమవైపునగాని నిలుకడగా స్తంభించిపోయి ఉండుటకు వీలులేదు. ఈ కారణమున చిత్రములలో చూపిన విన్యాసభేదములు ప్రయోగసాధ్యములు కావు.

కాని రెండు కార్బన్ పరమాణువులును యోజనీయ ద్విబంధముచే (ఎతిలీన్ అణురచనలోవలె) కలుపబడినపుడు ఒక కార్బన్ పరమాణుసమచతుస్తలకము ఇంకొకదానితో అంచునకంచు కలిసియుండును. ఇట్టి పరిస్థితులలో ప్రత్యేక కార్బన్ పరమాణువుల భ్రమణ స్వాతంత్ర్యము అంతరించినది.

అందువలన కుడి ఎడమలు మారుటకు వీలులేకుండ దిగ్బంధములైనవి. ఈ సన్నివేశము ఏ యౌగికములందు సిద్ధించినను ఆచోట్లనెల్ల జ్యామితీయ సమాంగరూపత ఒడముచుండును (చూ. కాంతిచైతన్యము - పు. 241). మే. వ. న.

**సమ్మర్ ఫెల్ట్, ఆర్నోల్డ్** (జననము 1868): జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. భౌతికశాస్త్ర క్షేత్రమందు ఈయన మొదటి పరిశోధన భ్రమణదర్శకము (గైరోస్కోప్) ను గురించి జరిగినది; తరువాత రేడియోతరంగవ్యాప్తి పరీక్షా విషయమయినది. క్వాంటంవాదమునకు మెరుగు పెట్టి, దానిని వర్ణమాలరేఖలకు, బోర్ పరమాణుప్రతికృతికి అన్వయింపచేయుట ఈయన ముఖ్యశాస్త్రవిజయము. ధాతువులయందు వాయురూపమున వ్యాప్తమై ఉన్నవి అనుకున్న ఎలక్ట్రాన్ లకు, ఫెర్మిచే సృజించబడిన సాంఖ్యక శాస్త్రపద్ధతిని అన్వయింపచేసి, ధాతుస్థితినిగురించిన సిద్ధాంతమును ఒకదానిని కల్పించెను. మే. వ. న.

**సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్** : చూ. గంధకము - పు. 315.

**సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్** : చూ. గంధకము - పు. 313.

**సాపేక్షతావాదము** : కాంతి సెకనుకు 1,86,000 మైళ్ళ వేగముతో ప్రసరించును. ఈ ప్రసరణకు ఏదో ఒక యానకము ఉండవలెను. నీటిలోని అలలకు నీరు యానకమైనట్లు, కాంతి తరంగములకు యానకముగా ఈతర్ అను దానిని శాస్త్రజ్ఞులు భావించిరి. ఈతర్ (చూ. ఈతర్-పు. 213) విశ్వమంతయు నిండియున్నదనియు, ఇది నిలుకడగా ఉండు మహాసముద్రమువంటిదనియు, సర్వప్రపంచము దీనిలో మునిగి ఉన్నదనియు నిశ్చయింపవలసివచ్చినది. ఈతర్ లో మునిగి భూమి సూర్యునిచుట్టు సెకనుకు 18.5 మైళ్ళ వేగముతో దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యయందు తిరుగుచున్నది. పడవలో ప్రయాణముచేయునప్పుడు గట్టువైపు చూచినచో గట్టుమీదిచెట్లు వెనుకకు వెళ్ళుచున్నట్టు కనపడునట్లే ఈతర్ భూమిని వదలి వెనుకకు ప్రవహించుచున్నట్లు కనపడవలెను. ఈ ప్రవాహమును 'ఈతర్ డ్రిఫ్ట్' అందురు.

ఈతర్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగాను, వాలుగాను, కొంతదూరము కాంతి వెళ్ళి తిరిగివచ్చుకాలము, అంతేదూరము ప్రవాహమునకు అడ్డముగావెళ్ళి తిరిగివచ్చిన కాలముకంటె, ఎక్కువయని లెక్కకట్టి చూపవచ్చును. ఇట్లు కలుగు కాలభేదమునుపట్టి ఈతర్ డ్రిఫ్ట్ యొక్క వేగమును ప్రయోగములచేత తెలిసికొనవలెనని ప్రయత్నములు జరిగినవి. అందు ముఖ్యమైనవి : మైకేల్సన్, మార్లే (చూ. పు. 213) అను ఇద్దరు విజ్ఞానులు చేసిన (1887 - 1897) ప్రయోగములు. కాని వాటివలన ఈ కాలభేదము గుర్తించబడలేదు. అయితే ఈతర్ వెనుకకు ప్రవహించుచుండుట లేదా, ప్రవహించుచున్నను కారణాంతరముచేత దానిని గుర్తించలేకున్నామా అని సందేహము కలిగినది.

లోరెన్ట్స్ - ఫిట్స్ జెరాల్డ్ సంకోచము : పైనిచెప్పిన కాలభేదమును లెక్కపెట్టుటకు రెండుఊహలు ఆధారములు :

1. ఈథర్ ప్రవాహమునకు ఎదురుగా ప్రసరించుచున్నప్పుడు కాంతియొక్క వేగము తక్కువగాను, వాలుగా ప్రవహించుచున్నప్పుడు ఎక్కువగాను ఉండును అనునది. ప్రవాహమునకు ఎదురుగాను, వాలుగాను పోవు ఈతగాని వేగమును ఇట్లేగదా మనము లెక్కించు చున్నాము.
2. ప్రవాహమునకు ఎదురుగావెళ్ళి, వాలుగా తిరిగివచ్చిన దూరము, ప్రవాహమునకు అడ్డముగావెళ్ళి, తిరిగివచ్చిన దూరము సమానము అనునది. ఈ రెండుఊహలు సరియైనవా, కావా అని ప్రశ్నవేసికొనవలసి ఉన్నది. మొదటివిషయము సరియైనదే కాని, రెండవవిషయము సరియైనది కాదు అని ఫిట్స్‌జెరాల్డ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు అన్నాడు. ప్రవాహమునకు వాలుగా, సమానాంతరముగా అనగా భూమియొక్క గమనమునకు కూడ సమానాంతరముగా ఉన్నదూరము, అడ్డముగా ఉన్నదూరము కంటె పొట్టిగా ఉండును. అందుచేత ప్రవాహమునకు వాలుగా కాంతి వెళ్లివచ్చుటకు పట్టు కాలము తక్కువగా ఉండును. అందుచేత కాలభేదము ఉండదు అని అతడు అన్నాడు. ఉత్తమాటలవల్ల ప్రయోజనములేదు; అది సహేతుకముగా ఉండవలెను కదా అని శాస్త్రజ్ఞులు అన్నారు. అప్పుడు లోరెంట్స్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు సహేతుకముగా లెక్కను కట్టి చూపించినాడు. అడ్డములోను, వాలులోను దూరములు సమానముగా ఉండునట్లు కొలిచి ఏర్పాటుచేసినాము గదా! వాలుగా ఉన్న కొలత తగ్గితే కొలబద్దతో కొలిచినప్పుడు ఎందుకు తెలియదు అని సందేహము కలుగవచ్చును. ఈ కొలబద్దనుకూడ ప్రవాహమునకు వాలుగా ఉంచియే దూరమును కొలువవలెను. కనుక కొలబద్దకూడ పొట్టియైపోవును. అందుచేత కొలతలో భేదము గోచరించదు అని సమాధాన పడవలసి ఉన్నది. దీనినిబట్టి అన్ని వస్తువులకు గమనవేగమునకు వాలుగాఉన్న కొలతలు తగ్గును (200 కోట్లలో ఒక భాగము), అడ్డముగా ఉన్న కొలతలు తగ్గవని తేలినది. ఈ పర్యవసానమును 'లోరెంట్స్-ఫిట్స్‌జెరాల్డ్ సంకోచము' అందురు.

ద్రవ్యములయందు ఋణవిద్యుత్‌కణములగు ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్నవి. అందుచేత ద్రవ్యములకు విద్యుత్ ధర్మము ఉండును. అట్టి విశేషధర్మమును ఆధారము చేసికొని లోరెంట్స్ లెక్కకట్టి చూపినాడు. ద్రవ్యముల సర్వసాధారణ ధర్మము ఆధారముగ స్వీకరించి కట్టిన ఈ లెక్క ఇంకను సమంజసముగా ఉండునని శాస్త్రజ్ఞులు ఆలోచించు సమయమున ఐన్‌స్టయిన్ (చూ. పు. 232) విశేషసాపేక్షతాసిద్ధాంతమును 1905 లో ప్రచురించినాడు. ఇది ద్రవ్యముల సామాన్య గుణములకు సంబంధించినట్టిది. దీనికి మూలాధారములగు సూత్రములు రెండు:

1. మార్పులేని వేగముతో, సరళరేఖలో ఒకవస్తువు ప్రయాణము చేయునప్పుడు దాని గమనమునుగాని, వేగమునుగాని ఇతరవస్తువుయొక్క సంబంధము, అపేక్ష లేనిదే గుర్తించ వీలులేదు. గమనము సాపేక్షము. నిరపేక్షమగు గమనము లేదు.

   అందుచేతనే ఈథర్‌లో పోవుచున్న మనము, మనభూమిమీదనే చేయు ప్రయోగముల ద్వారా ఈథర్ డ్రిఫ్ట్‌ను గుర్తించలేక పోయినాము.

2. కాంతియొక్క వేగము ఎప్పుడును మారదు. కాంతిని ఇచ్చు వస్తువుయొక్కగాని, కాంతివేగమును కనిపెట్టు పరిశోధకునిగాని, గమనవేగములతో సంబంధములేక వాటివలన ఏ మార్పును చెందక, స్వతంత్రించి కాంతియొక్క వేగము ఉండును. కాంతివేగముకంటె మించినవేగమే విశ్వమందు దేనికిని ఉండవీలులేదు.

దీనిని బట్టి ఈథర్ ప్రవాహమునకు వాలుగాగాని, ఎదురుగాగాని పోవుచున్న కాంతియొక్క వేగము హెచ్చదు; తగ్గదు. కాంతివేగము మార్పుచెందునని అభిప్రాయపడి కట్టిన కాలభేదము సత్యమైనది కాదు కనుకనే, మైకేల్సన్, మార్లే (చూ. మిథోఘట్టన మాపకము - పు. 533) చేసిన ప్రయోగమునుండి నిగమించబడిన ఊహ సరియైనదికాదు.

ఈ రెండును చాల విశాలములును, గంభీరములును అగు సూత్రములు. వీటితో అనేకములగు ఫలితములు సాధించబడినవి. అందలి ముఖ్యాంశములు ఇచ్చట పొందుపరచబడినవి:

(i) వస్తువులయొక్క పొడవు, అడ్డము, ఎత్తు మొదలగు కొలతలు, రెండు సంఘటనలమధ్యగల కాలము, ద్రవ్యములయొక్క ద్రవ్యరాశులు కొలుచుచున్నాము. ఈ కొలతలు అన్నియు ఎవరు ఎప్పుడు కొలచినను మారవని నమ్ముచున్నాము. ఈ నమ్మకములు సరియైనవికావని సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. ఈ కొలతను కొలుచువానియొక్క వేగమునుబట్టి కొలతలు మారుచుండును. వేగము పెరిగిన కొలది కొలతలలో వ్యత్యాసము పెరుగుచుండును. పరిశోధకుని గమనవేగము సెకనుకు 1,61,000 మైళ్ళయినచో, ఒక గజము అరగజముగా గోచరించును. గంట కాలమును అర్ధగంటగా గడియారములు చూపును. ద్రవ్యములయొక్క ద్రవ్యరాశి రెట్టింపగును.

సెకనుకు 10,000 మైళ్ళ వేగముతో నెమ్మదిగాపోవు పలువిధములగు ఎలక్ట్రాన్‌లను ప్రయోగముల వలన సృజించవచ్చును. ఈ వివిధవేగములుగల ఎలక్ట్రాన్‌ల ద్రవ్యరాశులు కొలువబడినవి. సాపేక్షతాసిద్ధాంతరీత్యా వీటి వేగమునుబట్టి వీటిద్రవ్యరాశి ఎంతెంత ఉండవలెనో అంతే ఉన్నదని నిర్ధారణమైనది. గతిభేదమువలన ద్రవ్యరాశిలో భేదము కలుగునని రుజువైనది. వేరువేరు గమనములుగల ఇద్దరు పరిశోధకులు ఒకటే దృశ్యమును

పరిశీలించి, దూరములు, సంఘటనల మధ్యకాలములు, కొలచినచో ఆ కొలతలు భేదముగా ఉండును. అయితే వీటిలో ఏది సత్యము అని ప్రశ్న కలుగుచున్నది. ఎవరి పరిస్థితినిబట్టి వారికి గోచరించినది వారికి సత్యమని చెప్పవలెను. సత్యము సాపేక్షమని చెప్పవలసి వచ్చును. నిరపేక్షమగు, శుద్ధమగు దూరకాల, ద్రవ్య ప్రమాణములు ఉండవని సాపేక్షతావాదము.

(ii) ఒకఊరినుండి ఇంకొకఊరికి దూరము నిర్ణయించుటకు ఊరిలోని దేవాలయముగాని, గ్రామచావడిగాని ఏర్పాటుచేసికొని అక్కడినుండి దూరములు లెక్కపెట్టుదుము. పొలముయొక్క వైశాల్యము కొలువవలెనన్న దాని పొడవు, వెడల్పులు కొలుతుము. అనగా ఒకప్రదేశముయొక్క వైశాల్యమును దాని పొడవు, వెడల్పు అను రెండుకొలతలచేత నిరూపించుచున్నాము. అందుచేత వైశాల్యమునకు నిరూపకములు పొడవు, వెడల్పు-రెండు అని అందురు. ఇట్లే ఒకవస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణమును కొలుచుటకు పొడవు, వెడల్పు, ఎత్తు అను మూడుకొలతలు కావలెను. అందుచేత ఘనపరిమాణమునకు, అవకాశమునకు నిరూపకములు మూడు అని అందుము. ఇక ఏదైన ఒకసంఘటన జరిగినచో అది ఎక్కడ జరిగినది, ఎప్పుడు జరిగినది అని ప్రశ్న వేసికొనెదము. సంఘటనలు ఒకప్రదేశమందు (అవకాశమందు), ఒక కాలమందు జరుగుచుండును. అందుచేత సంఘటనలను నిరూపించుటకు అవకాశము, కాలము రెండునూ కావలెను. అందుచేత సంఘటనలకు, అవకాశముయొక్క నిరూపకములు మూడు, కాలముయొక్క నిరూపకము ఒకటిచేరి, నాలుగునిరూపకములు అన్నమాట. ఇవి పొడవు (X), వెడల్పు (Y), ఎత్తు (Z), కాలము (T) అనునవి. చరిత్రలోని సంఘటనలన్నింటికిని ఇది వర్తించును. ఏసంఘటనయైనను ఒకచోట, ఒక కాలమందు జరుగుచున్నది. కాని ప్రత్యేకించి అవకాశమందేకాని, కాలమందేకాని జరుగుట లేదు. అందుచేత మనము వ్యవహరించు ప్రపంచమును అవకాశ కాలములతో అన్యోన్యము మిశితమైన అవకాశకాలప్రపంచముగా భావించవలసి ఉన్నది. దీనిని చతుర్నిరూపకప్రపంచము అందురు. దీనిని X, Y, Z, T, అను నాలుగు నిరూపకములు నిరూపించగలవు. ఇందలి సంఘటనలు అన్నింటికి ఈనాలుగే నిరూపకములు. ఒకే సంఘటనయొక్క నిరూపకముల ప్రమాణములు, గమనభేదముచేత ఇద్దరు పరిశోధకులకు వేర్వేరుగా గోచరించును, ఆప్రమాణములు ఒకరికి $X_1, Y_1, Z_1, T_1$, అయితే ఇంకొకరికి $X_2, Y_2, Z_2, T_2$, కావచ్చును. కాని ఈరెండు సంఘటనల మధ్యగల అవకాశ-కాలాంతరముమాత్రము ఇద్దరికి సమానముగానే ఉండునని లెక్కకట్టి చూపవచ్చును. రెండు సంఘటనల మధ్యగల ఈ అంతరమును జియొడెసిక్ అందురు.

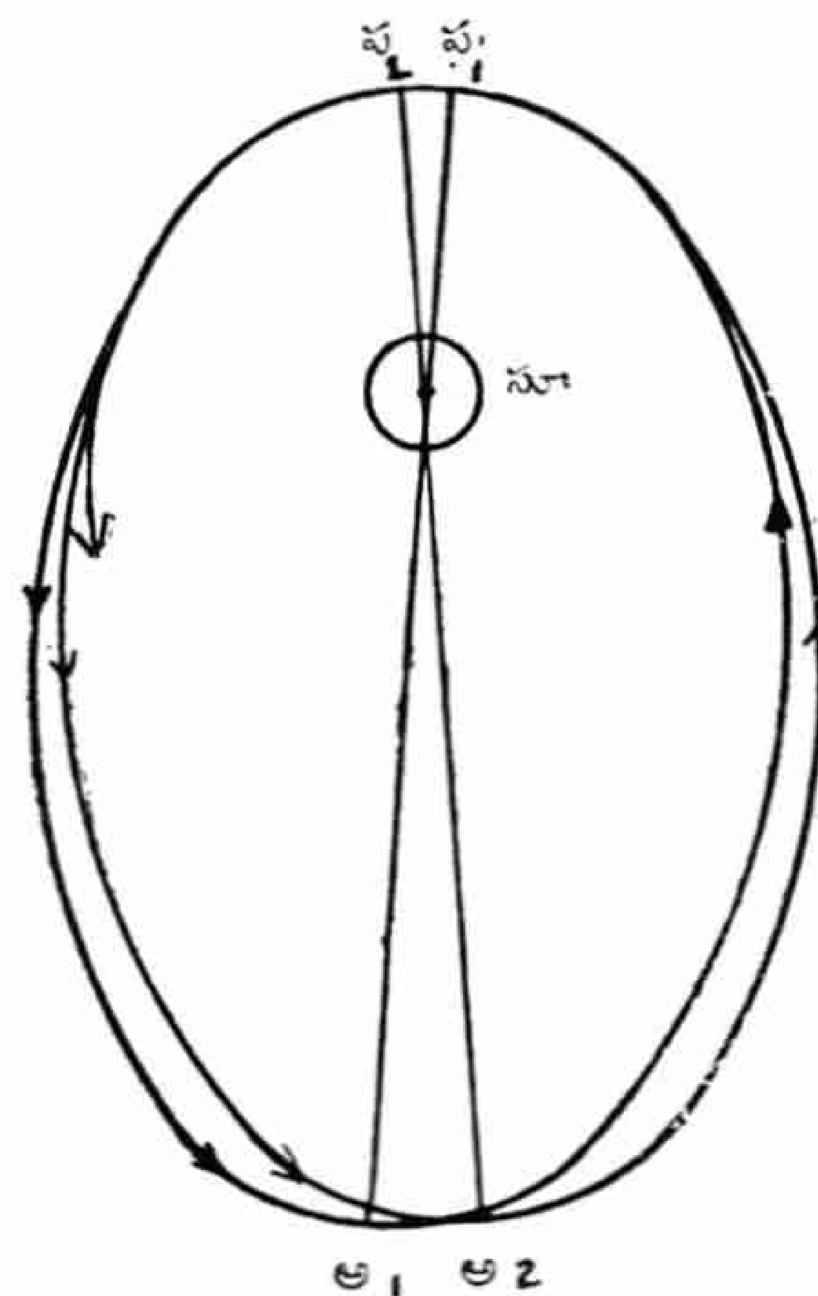
ఈ విశేష సాపేక్షతా సిద్ధాంతము వలన కొన్ని క్రొత్త విషయములు గ్రాహ్యమగుచున్నవి. కొన్నిటిని క్రింద వివరించడమైనది :

(i) సెకనుకు 1,86,000 మైళ్లవేగము (కాంతియొక్కవేగము) వస్తువుకు కలిగినప్పుడు కాలము స్తంభించిపోవును. అనగా కాలమానము ఉండదు; నిత్యత్వము (చావులేనితనము) సిద్ధించును. ఈవేగముతో పైకి పోగలిగినచో ఘనద్రవ్యములు ఎత్తులేనట్లుగా గోచరించును. అనగా పొడవు, వెడల్పు మాత్రమే కలవియై ఉండును. మూడవ నిరూపకమగు ఎత్తు లోపించును. (ii) అవకాశము విశాలమని, అందలి స్థలములన్నియు నిత్యముగాఉన్నవని, కావలసిన చోటుకు అవసరమైతే వెళ్ళవచ్చునని, మనము వెళ్ళకపోయినను ప్రపంచమందు ఆయాప్రదేశములు ఉండునని మనము భావించుచున్నాము. అవకాశము నిత్యముగా ఏర్పాటై ఉన్నదనే మనము అభిప్రాయము కలిగిఉన్నాము. కాని కాలమునుగురించి అట్లు భావించుట లేదు. భూతకాలము వెళ్ళిపోయినది; దానిని ఇంక అనుభవించవీలులేదు అని, ఎప్పుడూ మనము వర్తమానకాలమందే ఉండగలమని, భవిష్యత్తు తెలియదని అభిప్రాయపడుచున్నాము. కాని భూతభవిష్యత్‌వర్తమానములు మూడును నిత్యముగా ఏర్పడియేఉన్నవని, మనముచేయు యాత్రలో వాటిలో క్రమముగా ప్రవేశించుటమాత్రమే కలుగుచున్నదని సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. (iii) మనము ఏకప్రదేశమందు భిన్నకాలములలో ఉండగలుగుచున్నాము. కాని మనకు కాంతి యొక్క వేగము కలిగినచో, ఏకకాలమందు భిన్నప్రదేశములయందు ఉండవచ్చునని సాపేక్షతావాదము. అట్టి వేగము మనకు లేదు; కాని ఉండినచో సర్వాంతర్యాములమై ఉండవచ్చును. (iv) ఒకవస్తువునకు సెకనుకు 1,61,000 మైళ్ళ వేగము కలిగినచో దాని పొడవు సగమగును; దాని ద్రవ్యరాశి రెట్టింపుఅగును. అందుచేత దానిసాంద్రత నాలుగురెట్లుఅగును. ఇట్లే ద్రవ్యముల యొక్క గుణపరిమాణములు అన్నియును మారును.

సాపేక్షతా సిద్ధాంతము (సామాన్య): గురుత్వాకర్షణ సూత్రమును న్యూటన్ ప్రతిపాదించెను. రెండువస్తువుల ద్రవ్యరాశులు $m_1$, $m_2$ అయి, వాటి మధ్యదూరము d ఐతే వాటి రెండింటిమధ్య ఆకర్షణబలమును $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ అను సూత్రముచేత లెక్కించవచ్చునని న్యూటన్ చెప్పెను. 'G' ఒకస్థిరాంకము (చూ. గురుత్వాకర్షణము - పు. 324).

సాపేక్షతా సిద్ధాంతరీత్యా ద్రవ్యరాశుల ప్రమాణము వాటి గమనవేగముతో మారుచుండును. కనుక గమనము ఉన్నప్పటి ద్రవ్యరాశినా, గమనములేనప్పటి ద్రవ్యరాశినా ఈసూత్రములో తీసికొనవలసినది అని సందేహము ఏర్పడుచున్నది. ఇదిగాక రెండింటి మధ్యగల దూరముకూడ గమనమువలన మారును గనుక, దానిని ఎట్లు నిర్ణయించుట అని ఇంకొకసందేహము. గురుత్వాకర్షణసూత్రానుసారమే గ్రహములన్నియును సూర్యునిచుట్టు దీర్ఘవృత్తములలో తిరుగుచున్నవి. అంతరాళమందు నిరాధారమగు రాయి నేలపైన పడుచున్నది. భూమిమీద పడుచున్న ఈ రాతి యొక్క వేగము స్థిరముగాఉండక క్షణక్షణము వృద్ధిచెందుచున్నది. సరళరేఖలో స్థిరమైనవేగమును పొందియున్న గమనము గురించియే విశేషసాపేక్షతా సిద్ధాంతము చెప్పుచున్నది; వేగవృద్ధిగల గమనమునుగురించి చర్చించలేదు. గురుత్వాకర్షణను, దానివలన కలుగు గమనము, వేగ

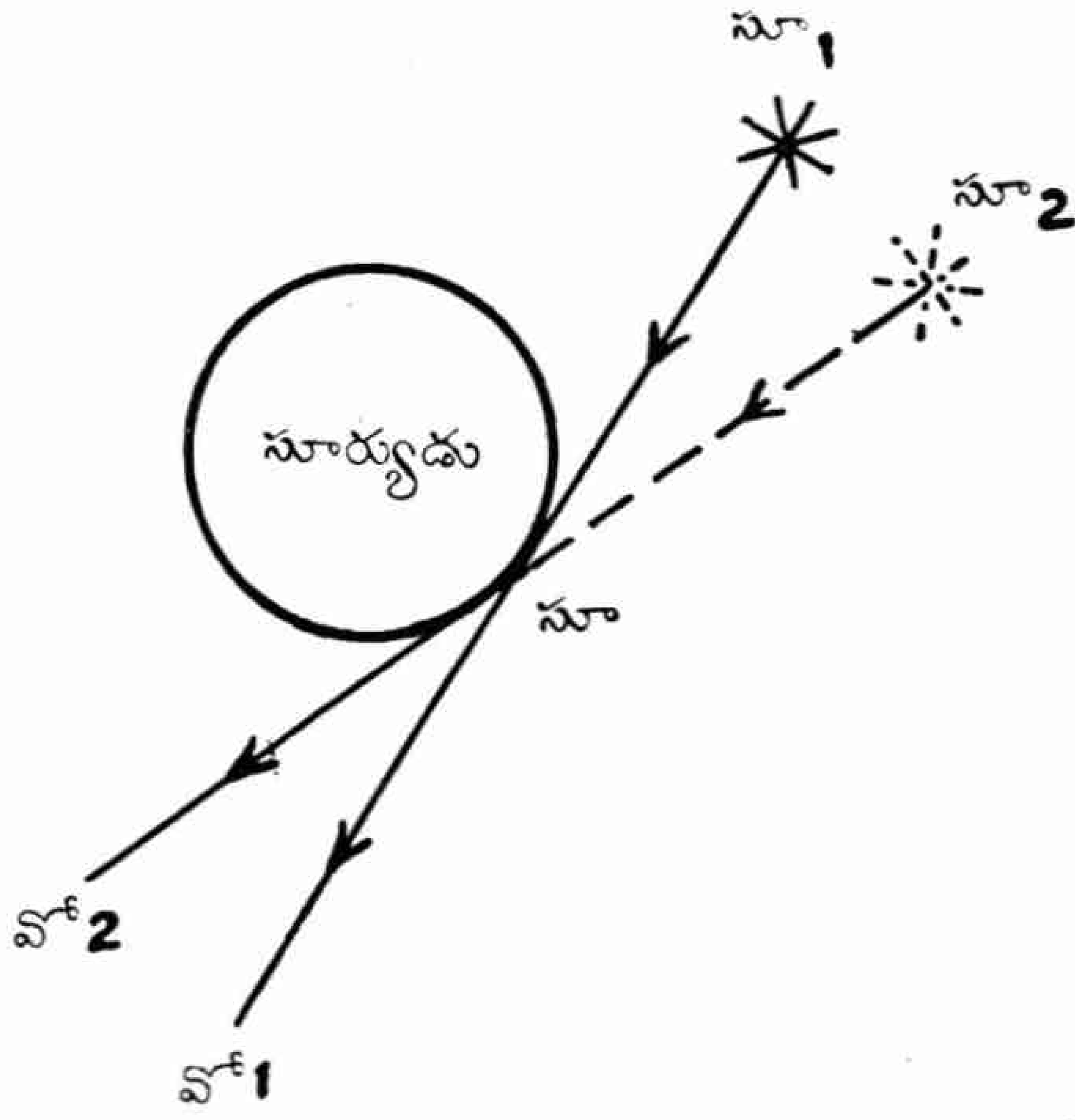
వృద్ధిని సాధించుటకై విశేషసాపేక్షతాసిద్ధాంతమును విశాల పరచి సామాన్యసాపేక్షతాసిద్ధాంతముగా మార్చి 1915 లో ఐన్‌స్టయిన్ ప్రచురించినాడు. ఈనూతన సిద్ధాంతమువలన కలుగుచున్న అభిప్రాయములను కొన్నింటిని విచారింతము: 1. విశేషసాపేక్షతాసిద్ధాంతములో మార్పులేని వేగముతో సరళరేఖలో కాంతి ప్రసరించుచుండునని భావించితిమి. అవకాశ-కాలమునకు సర్వత్ర ఏకగుణము స్వభావము అని, అందుచేత వెలుతురు సరళరేఖలో పోవుట తటస్థించుచున్నదని భావించినాము. సామాన్యసాపేక్షతాసిద్ధాంతములో అవకాశ-కాలమునకు సర్వత్ర ఏకగుణములేదని, గురుత్వాకర్షణగల క్షేత్రములో, అనగా ఒకద్రవ్యరాశి ఉన్నచోట, అవకాశ-కాలమునకు గుణభేదము కలుగునని, ఆ గుణభేదమే గురుత్వాకర్షణకు కారణమని, గురుత్వాకర్షణగల ప్రదేశములో వెలుతురు సరళరేఖలో పోదని, వంపుమార్గమును పట్టునని భావించవలసిఉన్నది. ద్రవ్యరాశి ఉండుటచేతనే, దాని సమీపమందలి అవకాశ-కాలమునకు గుణభేదము కలుగుచున్నది. ద్రవ్యరాశికి దూరమందున్న క్షేత్రముగురించిన గణితము యూక్లిడ్ క్షేత్రగణితమని, అనగా సమతలక్షేత్రగణితమని, ద్రవ్యరాశికి దగ్గరనున్న క్షేత్రమును నూతనక్షేత్ర గణితముచేతగాని, నిరూపించలేమని ఐన్‌స్టయిన్ స్పష్టపరచినాడు. ఈ నూతన క్షేత్రగణితము చతుర్నిరూపకప్రదేశములకు సంబంధించినది. 2. నిరాధారమైన ద్రవ్యకణము ఏవంపూలేని అవకాశములో వంపైనమార్గములో పడుచున్నదని న్యూటన్ అంటే, కాదు అవకాశమునకే వంపున్నది ; నిరాధారమైన ద్రవ్యకణము వంపుగల అవకాశమందు వంపులేని సరళమైనమార్గములో పడుచున్నదని ఐన్‌స్టయిన్ అన్నాడు. 3. ఇలాగున అవకాశకాలములందు గుణభేదములు పుట్టుచున్నవని ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతమువలన క్లిష్టమగు సమస్యలకు తేలికగా సమాధానములు ఏర్పడినవి. ఖగోళమందు దూరముననున్న గోళములు ఒకదానిని ఒకటి ఆకర్షించుకొనుచున్నవే. వాటి మధ్య ఈ ఆకర్షణ ఎట్లు క్రియారూపమును దాల్చుచున్నది, దూర క్రియయొక్క స్వరూపము ఎట్టిది, ఈ ఆకర్షణ అనంతమగు వేగముతో, ఎంతదూరమైనను తక్షణమందే ఎట్లు కలుగుచున్నది, అను సంశయములకు న్యూటన్‌సిద్ధాంతము సమాధానము ఇవ్వలేకపోయినది. సామాన్యసాపేక్షతా సిద్ధాంతము ఈ సంశయములను నివారించినది. ఇంతేకాక గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతముచేత సాధింప వీలులేని కొన్నింటిని సామాన్యసాపేక్షతాసిద్ధాంతము సాధించగలిగినది. ఇందుకు మూడు ఉదాహరణములు : (i) సూర్యుని చుట్టును బుధగ్రహము చాల దగ్గరగా దీర్ఘవృత్తములో తిరుగుచుండును. ఈ దీర్ఘవృత్తముయొక్క ఒక నాభియందు సూర్యుడు (సూ) ఉండును. '$ప_1$' అను చోట బుధగ్రహము సూర్యునికి మిక్కిలి దగ్గరగా ఉండును. అందుచే సూర్యునిఆకర్షణబలము అక్కడ చాలఎక్కువగా ఉండును. అక్కడ వేగము కూడ ఎక్కువగానే ఉండును. అందుచేత కక్ష్యలో ఒకసారి తిరిగివచ్చుసరికి $ప_1$, $అ_1$ అను పొడుగాటి అక్షము స్థిరముగా నుండక $ప_2$, $అ_2$ అను స్థానము నాక్రమించును. ఈ భ్రమణమును అగ్రచలనము అని అందురు. నూరేండ్లలో బుధగ్రహముయొక్క కక్ష్య అక్షము స్థిరముగా నుండక $ప_2$, $అ_2$ అను స్థానమును ఆక్రమించును. ఈ భ్రమణమును అగ్రచలనము అని 43 సెకను (43″) ల కోణము పరిభ్రమించును. న్యూటన్ సిద్ధాంతములనుబట్టి, గతిగణితమునుబట్టి ఈభ్రమణమును సాధించవీలులేదు. సామాన్యసాపేక్షసిద్ధాంతముచేత దీనిని ఐన్‌స్టయిన్ సాధించి సరియగు లెక్కకట్టి చూపించినాడు.



బుధగ్రహముయొక్క అగ్రచలనము

(ii) కాంతికిరణము గురుత్వాకర్షణక్షేత్రమందు వంపుగా పోవునని చెప్పిఉంటిమి. సూర్యునివంటి గోళము, కాంతి కిరణమును తనవైపునకు ఆకర్షించి కిరణమార్గమును వంచును. కాంతికూడ ద్రవ్యమువలె గురుత్వాకర్షణకు లోనగుచున్నది. అనగా వెలుతురునకుకూడ భారమున్నదన్నమాట. ఈ అపరిచితమగు విషయము సాపేక్షతాసిద్ధాంతమునకు పెద్ద పరీక్షవంటిది. దీనిని రుజువుచేయుటకై ప్రయోగములు చేసి చూచిరి. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలమందు, సూర్యగోళమునకు అత్యంతసమీపమందున్న నక్షత్రములతో కూడిన ఆకాశభాగమును ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. కొన్నిమాసములతరువాత సూర్యుడు ఆ నక్షత్రములనుండి దూరముగా వెళ్ళినతరువాత, ఆ ఆకాశ భాగమునే తిరిగి ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. రెండు ఛాయాచిత్రములలోను నక్షత్రములస్థానములు భేదముగా ఉండును (చూ. పటము - పు. 734). రెండవ ఛాయాచిత్రములో '$వో_1$' అనుచోట కనపడు నక్షత్రము మొదటిదానిలో '$వో_2$' అనుచోట కనపడును. నక్షత్రకాంతి

మార్గము, సూర్యగ్రహణకాలమందు, సూర్యబింబమును రాచుకొని పోవుచుండుటచేత సూర్యునిచేత ఆకర్షింపబడును.




సూర్యునిదగ్గరగా ప్రసరించు కాంతికిరణము యొక్క వంపు

అందుచేత 1·75 సెకను (1·75″) ల కోణము వంపుతిరుగునని సామాన్య సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. న్యూటన్ సిద్ధాంతరీత్యా ఈ కోణము యొక్క ప్రమాణము ఇందులో సగముమాత్రమే అని లెక్క తేలుచున్నది. ప్రత్యక్షముగా కొలిచి చూడగా 1·75 సెకనులు ఉండెను. అందుచేత సాపేక్షతావాదము సరియైనదని రుజువైనది. [సూర్యునికి దూరముగానున్న నక్షత్రముల కాంతియొక్క మార్గము సూ$_1$ సూవో$_1$ అను సరళమార్గమును పట్టును. సూర్యునికి దగ్గరగా వెళ్లునపుడు సూ$_1$ సూవో$_2$ అను వంపు మార్గమును పట్టును]. (iii) సూర్యుడు మొదలగు నక్షత్రముల కాంతిని వర్ణమాలదర్శనితో పరీక్షించినచో ఎరుపునుండి నీలము వరకు రంగులు కనబడును. ఎరుపురంగుయొక్క తరంగ దైర్ఘ్యము తక్కినరంగులకంటె పెద్దది. వర్ణపటములో ఎడమచివర ఎరుపురంగు, కుడిచివర నీలమురంగు ఉండును. వర్ణమాలలో (చూ. పు. 617) నిలువుగా కొన్ని రేఖలు ఉండును. నక్షత్రములయందున్న మూలద్రవ్యములవలన ఈ రేఖలు కలుగును. సోడియమ్ అను ధాతువుచే కలిగిన రేఖను D రేఖ అందురు. ఏ నక్షత్రమునుండి వచ్చిన D రేఖకైనను తరంగదైర్ఘ్యము ఒకటే అని సాధారణముగా చెప్పవచ్చును. కాని మిక్కిలి గురుత్వాకర్షణగల నక్షత్రములనుండి వచ్చిన D రేఖయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము గురుత్వాకర్షణ తక్కువగానున్న గోళముల యందలి D రేఖయొక్క తరంగదైర్ఘ్యముకంటె ఎక్కువగా ఉండునని సాపేక్షతావాదము చెప్పుచున్నది. భూమికంటె సూర్యుని గురుత్వాకర్షణ చాల ఎక్కువ. సిరియస్ అను నక్షత్రము యొక్క సహచరనక్షత్రము నక్షత్రములు అన్నిటిలో ఎక్కువ గురుత్వాకర్షణకలది. అందుచేత దానినుండి వచ్చు కాంతియందలి D రేఖయొక్క తరంగదైర్ఘ్యములను ఏడమ్ అను ఖగోళవిజ్ఞాని కొలచి చూచినాడు. దీని దైర్ఘ్యము భూమిమీద దొరకుచున్న సోడియమ్ (D) రేఖ యొక్క దైర్ఘ్యముకంటె ఎక్కువగా ఉండెను. ఈ భేదము సామాన్యసాపేక్ష సిద్ధాంతరీత్యా ఉండవలసిన భేదముతో సరిపోయినది. ఏ ఇతర సిద్ధాంతములవలనను ఈ భేదమును సాధింప వీలుకలుగలేదు. అందుచేత ఈ పరీక్షయందు కూడ సామాన్య సాపేక్షతావాదమే జయము పొందినది.

ఈ ఉదాహరణములనుబట్టి న్యూటన్ సిద్ధాంతము పనికి రానిదనిఎంచరాదు. ప్రకృతిలోనివిషయములగురించి స్థూలముగా నిర్దేశించవలసినప్పుడు న్యూటన్ సిద్ధాంతము సరిగానే ఉండును. అతివేగముకల విషయములయందు, సూక్ష్మముగా విషయగ్రహణము అవసరమైనప్పుడు ఐన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతము అవసర ముండును. వ్యవహారములో కావలసిన సర్వవిషయములకు న్యూటన్ సిద్ధాంతము చాలును.

సాపేక్షతాసిద్ధాంతము వలన భౌతికశాస్త్రములయందు నూతనయుగము ప్రారంభమైనది. సంప్రదాయసిద్ధమగు భౌతికవిజ్ఞానశాస్త్రములోని మూలసిద్ధాంతములను సాపేక్షతావాదము తలక్రిందు చేసినది. విశ్వమందలి నక్షత్రముల గురించి, అతిదూరమందున్న మబ్బులవంటి నెబ్యులాల గురించి, సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమగు పరమాణు ప్రపంచము గురించి, ఉన్న భావములలో ఈ సిద్ధాంతము మార్పులు కలిగించినది. భూమి గుండ్రముగా ఉన్నటులనే, విశ్వ మంతయు బ్రహ్మాండమైన ఒకగోళాకారముగా ఉండవచ్చునని సూచించినది. ఇట్లు అనేకరీతుల భౌతిక విజ్ఞానము యొక్క పురోగమనమునకు సాపేక్షతా సిద్ధాంతము మిక్కిలి తోడ్పడినది. వి. అ. రా.

**సాలిసిలిక్ ఆసిడ్ :** చూ. అరొమాటిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు – పు. 177.

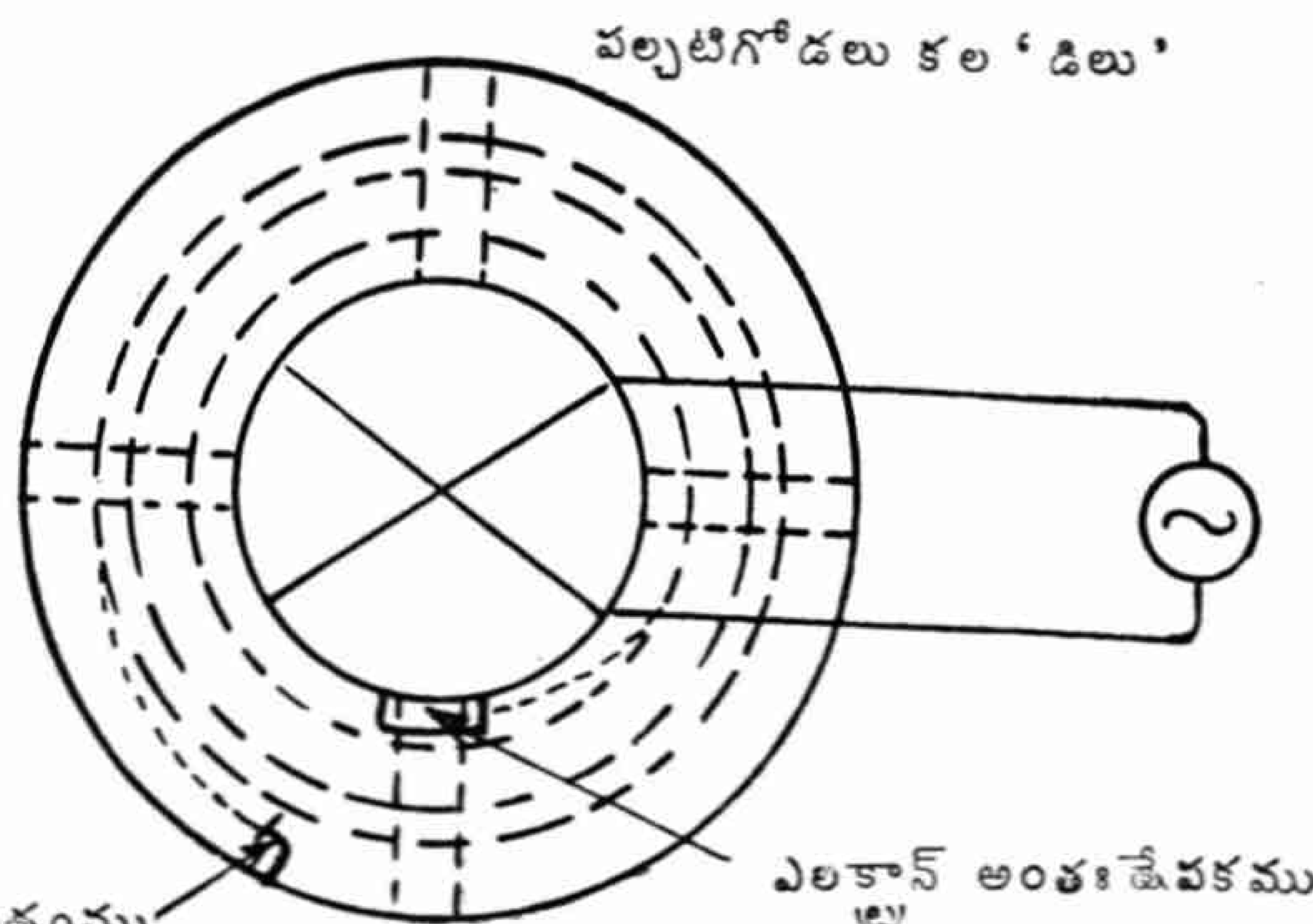

మేఘనాథ్ సాహా

**సాహా, మేఘనాథ్** (1893 - 1956) : ఢక్కాలోను, కలకత్తాలోను చదువుకొని, పట్టభద్రుడైన తరువాత మేఘనాథ్‌సాహా కలకత్తాలోనే (1917 - 1919) భౌతిక శాస్త్రమందు, వినియుక్త గణిత శాస్త్రమందు ఉపన్యాసకుడుగా పనిచేసెను. తరువాత లండన్ ఇంపీరియల్ కాలేజీలో పనిచేసెను.

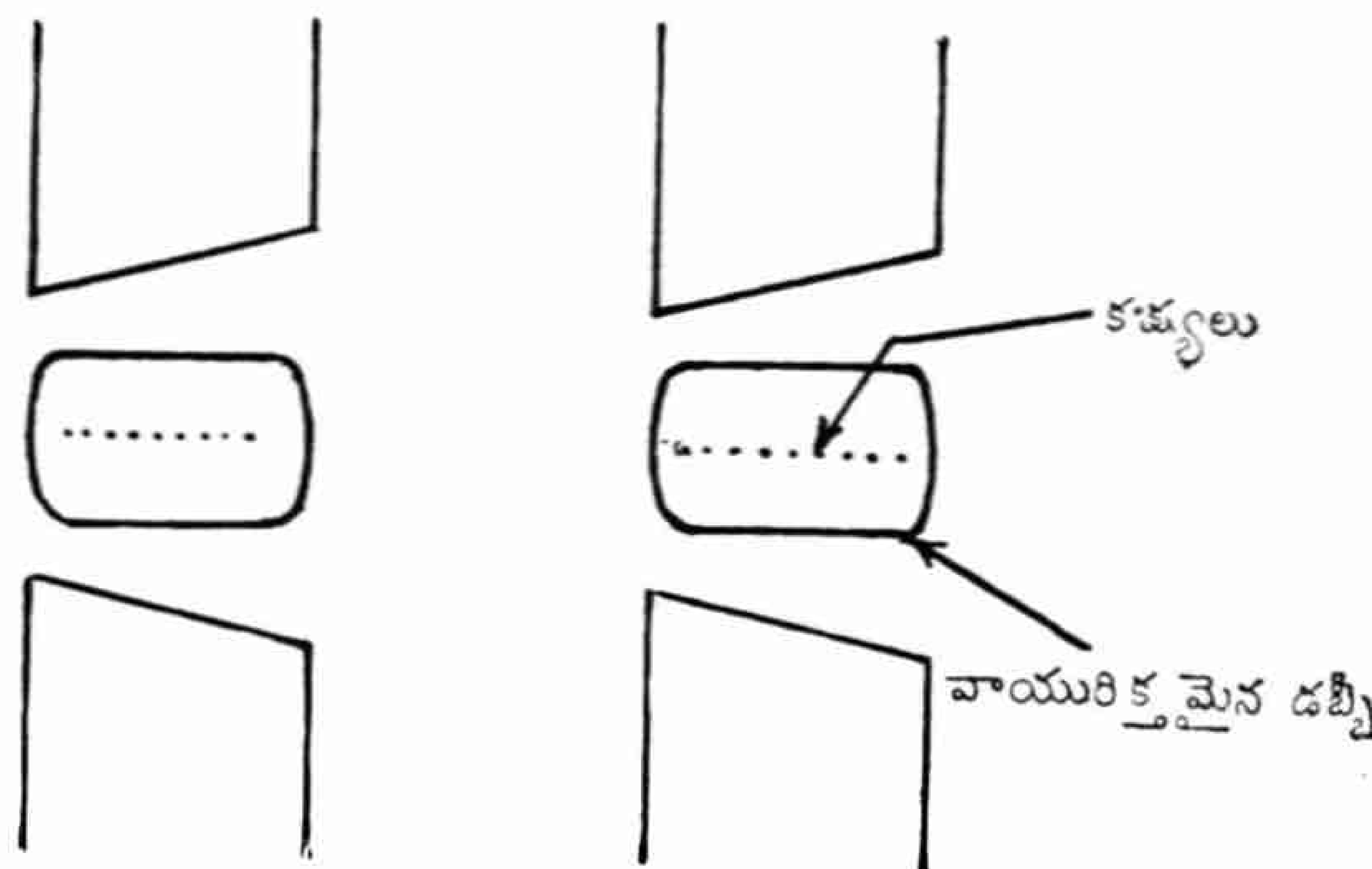
1921 లో కలకత్తా యూనివర్సిటీయందు భౌతికశాస్త్రాచార్యుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. తరువాత ఆయన అలహాబాదు యూనివర్సిటీలో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1938 నుండి ఆయన మరల కలకత్తా యూనివర్సిటీలో ఆచార్యుడుగా పనిచేసెను. పి. భీ. రా.

**సింక్రోట్రాన్ :** 1000 మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టుల శక్తిగల ఎలక్ట్రాన్ కిరణ పుంజములను కల్పింప సామర్థ్యము గల పరికరములలో ఇది ఒకటి. మొట్టమొదటిసారిగా 1945 లో సోవియట్ రష్యా విజ్ఞాని విక్‌స్లెర్, యునైటెడ్ స్టేట్స్ విజ్ఞాని మాక్మిలన్ ఒకేసారి దానితత్త్వమును ప్రతిపాదించిరి.

ఈ యంత్రము బీటాట్రాన్ (చూ. పు. 511) సైక్లోట్రాన్‌ల సమ్మేళనము అని చెప్పవచ్చును. ఈ పరికరములోని అయస్కాంతముల కూర్పు కొద్ది మార్పులతో బీటాట్రాన్‌లోని కూర్పువంటిదే. ప్రారంభ ప్రరోచన వేగమును వృద్ధిచేయుటకు తగిన రేఖా ప్రవాహమును ఉత్పత్తి చేయ సామర్థ్యముగల ఆయస గర్భమును మాత్రము అధికముగా ఉపయోగింతురు. అయస్కాంతము యొక్క ముఖ్య ఆయసగర్భమును తీసివేసి, దాని స్థానములో అధిక పౌనఃపున్యముగల క్లైస్ట్రాన్ మాదిరి ప్రకంపకమును ఉపయోగింతురు. డౌనట్ (డబ్బి) యొక్క లోపలి, పై భాగములు రెండింటికిని కళాయి వేయబడిఉండును. అవి అనునదకము (రెసొనేటర్) యొక్క భాగములై ఉండును. అయస్కాంతము యొక్క ఆయసగర్భము తృప్తమైనపుడు బీటాట్రాన్ యొక్క త్వరణము ఆగిపోవును. అప్పుడు విద్యుత్ క్షేత్రమును కల్పించి తద్వారా మరికొంత త్వరణమును కలిగింతురు.




1 వ పటము : సింక్రోట్రాన్

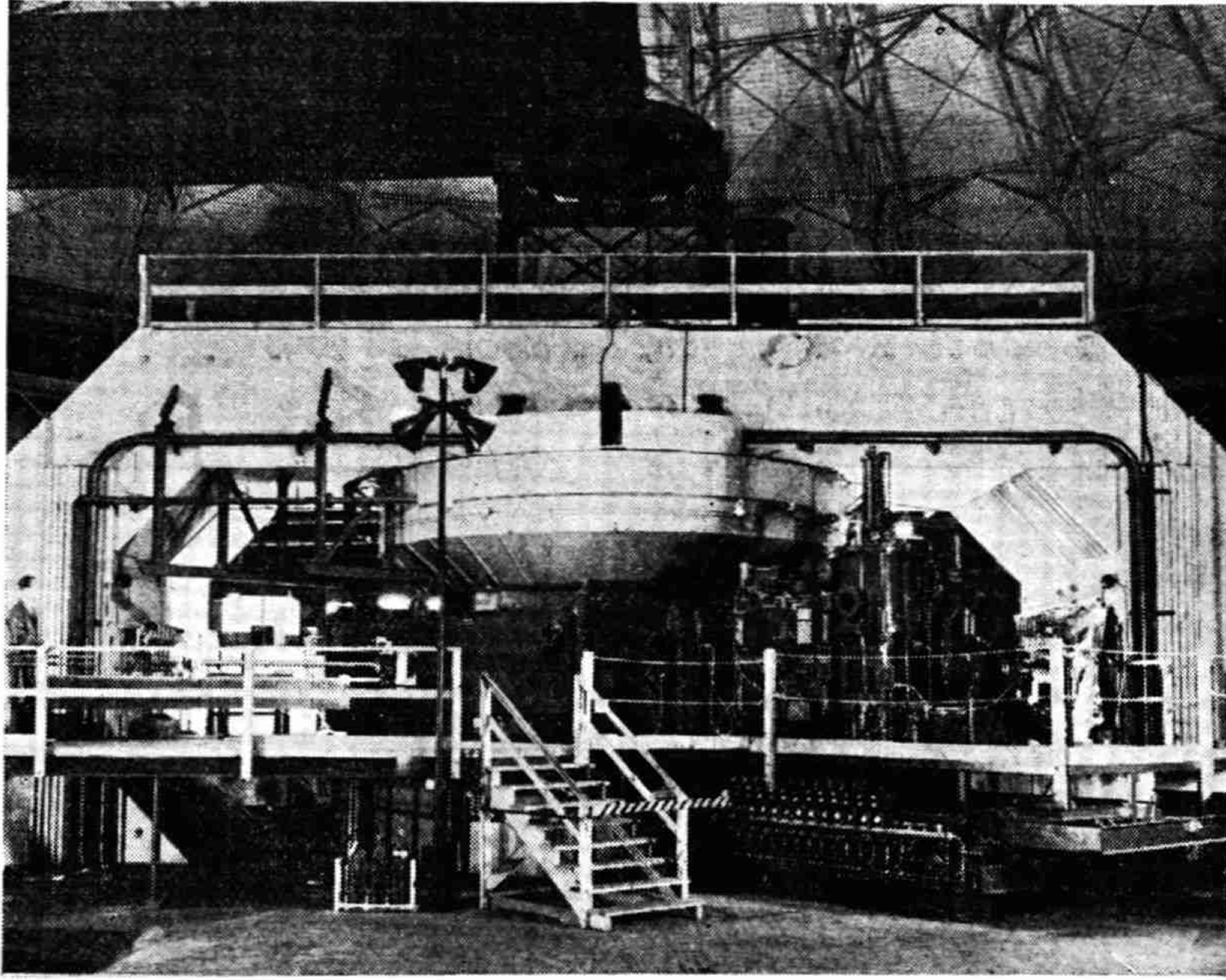



2 వ పటము : సింక్రోట్రాన్

కాలిఫోర్నియా (యునైటెడ్ స్టేట్స్) లో తయారగుచున్న పరికరములో 93·5 సెం. మీ. వ్యాసార్ధముగల కక్ష్యలోనికి 70 కిలో ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులు ప్రారంభశక్తిగల ఎలక్ట్రాన్‌లను పంపించుటకు నిశ్చయించిరి. బీటాట్రాన్ యొక్క ప్రారంభ క్రియాఫలితముగా, ఆ ఎలక్ట్రాన్‌ల శక్తి 2·8 మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులకు పెంపొందును. కక్ష్య 98·4 సెంటీమీటరులకు విస్తరించును. ఆసమయములలో 10 కిలోవోల్టుల అధిక పౌనఃపున్యపు (47·75 మెగాసైకిళ్లు) వోల్టేజీ చర్యకు ఉపక్రమించి తుట్టతుదకు ఎలక్ట్రాన్ పుంజము యొక్క శక్తిని 300 మిలియన్ ఎలక్ట్రాన్ వోల్టులకు పెంపొందించును. జె. భీ.

**సింక్రోసైక్లోట్రాన్ :** సైక్లోట్రాన్‌నందు రెండు 'డి'(D)ల విద్యుత్ సంజ్ఞలను, ఆ 'డి'ల లోపల పరిభ్రమించుచున్న విద్యుదావిష్టకణముల అర్ధపరిభ్రమణకాలముతో సమానమైనకాలములో మార్పు చేయుచుండవలెను కదా! 'డి'ల మధ్యను తిరుగుచున్న విద్యుదావిష్టకణము యొక్క ద్రవ్యరాశి స్థిరముగ నున్నచో దాని అర్ధపరిభ్రమణ కాలముతో సమానమైనఅచలపౌనఃపున్యముగల ఆవర్తి (ఎ. సి.) విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉపయోగించి 'డి'ల సంజ్ఞలను మార్చవచ్చును. కాని విద్యుదావిష్టకణముయొక్క వేగము కాంతివేగముతో పోల్చదగిన పరిమాణమును పొందినపుడు ఆ కణముయొక్క ద్రవ్యరాశి స్థిరముగా ఉండదు; వేగము హెచ్చిన కొలదియును ద్రవ్యరాశి హెచ్చును. తత్ఫలితముగా దాని అర్ధపరిభ్రమణ కాలము కూడ అధికమగును. అట్టి సందర్భములో 'డి'ల సంజ్ఞలను మార్పు చేయుటకై అచల పౌనఃపున్యము గల ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహమును ఉపయోగించుటవలన ప్రయోజనము ఉండదు. ఆ ఆవర్తివిద్యుత్ ప్రవాహపు అర్ధప్రకంపన కాలము కూడ ఆ విద్యుదావిష్టకణము యొక్క మార్పుచెందుచున్న అర్ధప్రకంపన

కాలములో అనుగుణముగా మారవలెను. అందుకుగాను ఎక్కువవేగముగల విద్యుదావిష్టకణములను బడయుటకై సైక్లోట్రాన్‌నందు ఏకకాలముననే విద్యుదావిష్టకణ పుంజమును ప్రవేశపెట్టి, ఆపుంజము యొక్క వేగము వృద్ధిచెందు కొలదియును, దానికి అనుగుణముగా ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహ పౌనఃపున్యమును కూడ మార్తురు. ఈ కణపుంజము అన్ని చుట్లను చుట్టి గరిష్ఠ పరిమాణపు శక్తిని పడసిన పిమ్మట పరికరమునుండి బయటకు వచ్చివేయును. అటు పిమ్మట తిరిగి క్రొత్త కణపుంజము ప్రవేశపెట్టబడును. ఈ విధానమునే మరల ఆచరింతురు.



సింక్రోసైక్లోట్రాన్ : కాలిఫోర్నియా యూనివర్సిటీ భౌతికశాస్త్ర వికిరణశోధనాగారమందలి 184 అంగుళముల కేంద్రక యంత్రము

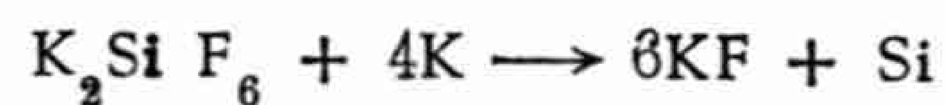
ఇట్లు మార్పు నొందుచున్న విద్యుదావిష్టకణపుంజ వేగముతో అనుగుణముగా మార్పు నొందుచున్న ప్రకంపన కాలము గల ఆవర్తి విద్యుత్తుతో పనిచేయు ప్రత్యేకరకమైన సైక్లోట్రాన్‌కు సింక్రోసైక్లోట్రాన్, లేదా ఫ్రీక్వెన్సీ మాడ్యులేటెడ్ సైక్లోట్రాన్ అని పేరు. సాధారణమైన సైక్లోట్రాన్ కంటె అధికశక్తిమంతమైన కణములను సింక్రోసైక్లోట్రాన్‌వలన బడయవచ్చును. జె. భీ.

**సింజ్, రిచర్డ్‌లారెన్స్ మిల్లింగ్టన్** (1914 జననము): ఇంగ్లీషు జీవ రాసాయనికుడు. లివర్‌పూల్‌లో జననము, కేంబ్రిడ్జ్‌లో విద్యాభ్యాసమును సాగించి, కేంబ్రిడ్జ్‌లోనే మార్టిన్‌తో సహా వర్ణగ్రహణ (వర్ణగ్రహణ విశ్లేషణ = క్రోమటోగ్రాఫీ) విశ్లేషణయందు అత్యున్నత శ్రేణికి చెందిన పరిశోధనల గావించినందుకు 1952 లో ఇతనికి నోబెల్ బహుమానము ఈయబడెను. మే. వ. న.

**సిరకా** : చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ - పు. 274

**సిరియమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వాంకము 58; సంకేతము Ce; పరమాణుభారము 140.13; విశిష్టగురుత్వము 6.9; ద్రవాంకము 640° C; క్వథనాంకము 2400° C. దీని ఉనికిని 1875 లో క్లాస్‌రాత్, బర్జీలియస్, హెల్‌బ్రాండ్, నార్టన్ అను వారలు కనుగొనిరి. **

**సిలికన్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వాంకము 14; సంకేతము Si; పరమాణుభారము 28.09; విశిష్టగురుత్వము 2.4; ద్రవాంకము 1420°C. క్వథనాంకము 2600° C. పొటాసియమ్ సిలిసీఫ్లోరైడ్‌పై పొటాసియమ్ ధాతువు చర్యవలన సిలికన్‌ను మొట్టమొదట తయారు చేసినవాడు బర్జీలియస్ (1823).



$$K_2SiF_6 + 4K \longrightarrow 6KF + Si$$

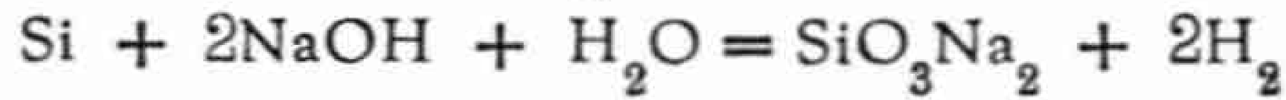
ఇది కార్బన్‌వర్గమునకు చెందిన మూలద్రవ్యము. కార్బన్‌తో దీనికి ధర్మసాదృశ్యము ఎంతేనియు కలదు. కార్బన్‌కు ఉన్నట్లు దీనికికూడ రూపాంతరములు కలవు. కార్బన్‌కు వజ్రము, గ్రాఫైట్ అను రెండుస్ఫటిక రూపములు ఉండగా దీనికి ఒకటే స్ఫటికరూపము (అష్టానీక రూపము) కలదు. అస్ఫాటికసిలికన్ అని పిలువబడుసిలికన్ కూడ సూక్ష్మఅష్టానీకస్ఫటికముల సముదాయము.

సిలికన్ మూలద్రవ్య సాధన : సిలికన్‌డై ఆక్సైడ్‌ను విద్యుత్ కొలిమిలో కార్బన్‌తోగాని, కాల్సియమ్ కార్బైడ్‌తోగాని ఆక్సీహరించుట వలన లభించును. శోధనాగారమందు ఇసుకను మగ్నీషియమ్ ధాతుచూర్ణముతో కలిపి కాల్చినచో సిలికన్ చూర్ణము తయారగును.



$$SiO_2 + 2Mg \longrightarrow Si + 2MgO$$

ప్రయోగమునందు లభ్యమైన చూర్ణ మిశ్రమునకు హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌నుకలిపినపుడు,మగ్నీషియమ్ఆక్సైడ్ ఆసిడ్‌లో లీనమై సిలికన్ చూర్ణము మిగిలి ఉండును. ఇది గోధుమవర్ణము గలది. గాలిలో కాల్చినచో ఇది సిలికన్ డైఆక్సైడ్‌గా ఆక్సీకరించబడును. ఒక్క హైడ్రోఫ్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో తక్క తక్కిన ఆసిడ్‌లలో కరగదు; క్షార ములతో సంయోగించి హైడ్రోజన్‌ని జనింపచేయును :



$$Si + 2NaOH + H_2O = SiO_3Na_2 + 2H_2$$

కరగిన ఆల్యూమినియము ధాతువులలో ఇది లీనమైన ద్రావణమును చల్లార్చినపుడు సిలికన్ స్ఫటికరూపమున వెలువడును. ఈ మిశ్రమునందున్న అల్యూమినియమును హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌లో కరగించి వేరుచేసినచో సిలికన్ నల్లటి స్ఫటికములుగా మిగిలి ఉండును. ఈ రూపము విద్యుద్వాహకము. విశిష్టగుణములుగల ధాతుమిశ్రము (ఫెర్రోసిలికన్)లను తయారు చేయుటకు దీనిని ఉపయోగింతురు. కార్బన్ ఇచ్చు యౌగిక ప్రకారములు అన్నిటిని సిలికన్‌కూడ ఇచ్చును :

సిలికన్ టెట్రాఫ్లోరైడ్ ($SiF_4$): కాల్సియమ్‌ఫ్లోరైడ్, గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమునకు ఇసుకను కలిపి వేడి చేయుటవలన సిలికన్‌ఫ్లోరైడ్ ఉద్భవించును :



$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\ HF$$



$$SiO_2 + 4\ HF \longrightarrow SiF_4 + 2\ H_2O$$

గుణాత్మక రాసాయనికవిశ్లేషణమందు ఈ ప్రక్రియను ఫ్లోరైడ్‌గణమును గుర్తించుటకు ఉపయోగింతురు. పరీక్ష నాళముయొక్క గాజు సిలికేట్ యౌగికము గనుక ఫ్లోరైడ్, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ మిశ్రమునకు వేరే పైనుండి ఇసుకను కలుపనక్కరలేదు.

సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ వాయుద్రవ్యము. దీనిని పాదరసముపై సంగ్రహించవచ్చును. దీనికి నీటిసంపర్కము తగిలినప్పుడు పొగ లెగయును. ఈ వాయువు జనించుచున్న శోధననాళ ముఖద్వారము పైగా మన ఊపిరిని పంపించినచో ఊపిరిలో నున్న తేమతో ఈ వాయువు పొగను ఇచ్చును.

| | హైడ్రైడ్‌లు | ఆక్సైడ్‌లు | హేలైడ్‌లు | క్లోరోఫార్మ్ |
|---|---|---|---|---|
| కార్బన్ | $CH_4, C_2H_4, C_3H_8$ | $CO_2$, CO | $CCl_4, C_2Cl_6$ | $CHCl_3$ మొదలైనవి |
| సిలికన్ | $SiH_4$, $Si_2H_4$, $Si_3H_8$ | $SiO_2$(?) | $SiCl_4, Si_2Cl_6$ | $SiHCl_3$ మొదలైనవి |

సిలికన్ హైడ్రైడ్‌లు : మోనోసిలేన్ ($SiH_4$), డైసిలేన్ ($Si_2H_6$), ట్రైసిలేన్ ($Si_3H_8$), టెట్రాసిలేన్ ($Si_4H_{10}$) పెంటాసిలేన్ ($Si_5H_{12}$), హెక్సాసిలేన్ ($Si_6H_{14}$).

తయారుచేయువిధము : నీటితో చల్లార్చబడుచున్న మూసలో ఇసుక - మగ్నీషియమ్ ధాతుచూర్ణమిశ్రమును కాల్చినపుడు వచ్చు మగ్నీషియమ్ సిలిసైడ్‌పై హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన పైన ఉదాహరించిన సిలేన్‌ల మిశ్రము జనించును. ఈ మిశ్రమును ద్రవీకృతవాయువుచే శీతలీకరించినపుడు సిలేన్‌ల మిశ్రము ద్రవరూపమున లభించును. దీనినుండి అంశిక బాష్పస్వేదనమువలన సిలేన్‌లను ప్రత్యేకముగా పడయవచ్చును.

సిలికన్ హేలైడ్‌లు : సిలికన్‌ఫ్లోరైడ్ ($SiF_4$), సిలికన్ క్లోరైడ్ ($SiCl_4$), సిలికన్‌బ్రోమైడ్ ($SiBr_4$), సిలికన్ అయొడైడ్ ($SiI_4$), డైసిలికన్ హెక్సాక్లోరైడ్ ($Si_2Cl_6$), సిలికోక్లోరోఫార్మ్ ($SiHCl_3$), సిలికన్‌ఫ్లోరోఫార్మ్ (Si $HF_3$).

సిలికన్ ఫ్లోరైడ్ నీటిచే జలవిశ్లేషణమును పొందిన ఫలితముగా ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్ వాయువు తేమలో లీనమైనపుడు ఈ పొగ జనించును (చూ. క్లోరీన్ : హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ - పు. 309).



$$SiF_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HF$$

ఈ ప్రక్రియయందు లభ్యమైన హైడ్రోజన్ ఫ్లోరైడ్‌తో $SiF_4$ సంయోగించి హైడ్రోఫ్లోసిలిసిక్ ఆసిడ్ ($H_2SiF_6$) సిద్ధించును :



$$2HF + SiF_4 \longrightarrow H_2SiF_6$$

సిలికన్‌ఫ్లోరైడ్‌వాయువును సరాసరి నీటిలోనికే పంపించినపుడు సిలిసిక్ ఆసిడ్ అవక్షేపముగాను, హైడ్రోఫ్లోసిలిసిక్ ఆసిడ్ ద్రావణముగాను లభించును.

హైడ్రోఫ్లోసిలిసిక్ ఆసిడ్ బలమునందు సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌తో సమానము. పొటాసియమ్, బేరియమ్ అయన్‌లతో అవక్షేపములను ఇచ్చును. కార్బన్ ఇచ్చునట్లే సిలికన్

| | $SiF_4$ | $SiCl_4$ | $SiBr_4$ | $SiI_4$ | $Si_2Cl_6$ | $SiHCl_3$ | $SiHF_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ద్రవాంకము °C | −77° | −89° | +5° | 120° | −1° | −134° | −110° (2 వాతా. ప్రే) |
| క్వథనాంకము °C | −75° | +57° | 153° | 290° | +147° | +33° | −80° (941 మి. మీ. ప్రే) |
| సాంద్రత | — | 1·52(0°) | 2·81 | 3·3 | 1·58 | 1·49 | ? |

కూడ మిశ్రహేలైడ్‌లను ఈయగలదు. పూర్ణమిశ్ర హేలైడ్ (SiFClBrI) నేటికిని సాధించబడినట్లు తెలియబడ లేదు కాని సాధ్యమైనచో అది చాల విచిత్రమగుయౌగికము అగును. ఏలన సిలికన్ యొక్క నాలుగు యోజనీయతలను నాలుగుభిన్న హేలొజన్ పరమాణువులతో సంతృప్తము లగును గనుక, సిలికన్ పరమాణువునకు అసౌష్ఠవత చేకూరినది. అందువలన ఈ యౌగికము కాంతిచైతన్య మును చూపునది కావలెను (చూ. కాంతి చైతన్యము - పు. 241).

సిలికా ($SiO_2$): దీనిని 'సిలికన్ డైఆక్సైడ్' అనికూడ అందురు. ఇది ప్రకృతిలో స్ఫటిక, అస్ఫాటిక రూపములలో దొరకును. స్ఫటికమయమైన సిలికా మూడు రకముల నున్నది: 1. క్వార్ట్జ్, 2. ట్రిడిమైట్ 3. క్రిస్టొబలైట్. క్వార్ట్జ్ అనేకరంగులలో ఉండును. రంగులేనిక్వార్ట్జ్‌ను స్ఫటికము అని అందుము. రంగుగల స్ఫటికములను ఆభరణ ములుగ వాడుదురు. వీటిలో అమితీస్టు పాటలవర్ణము కలది; మార్జాల నేత్రపు రంగుగలది (కేట్స్ ఐ), పాల రంగుకలది, మిల్కీ క్వార్ట్జ్ లేదా క్షీరోపలము-క్వార్ట్జ్ యొక్క రూపాంతరములే.

ఇసుక క్వార్ట్జ్ చూర్ణము. ఇనుము మొదలగుధాతు ఆక్సైడ్‌లతో కలిసిఉన్నప్పుడు ఇది రంగుగలిగి ఉండును. సముద్రపుఒడ్డున, నదీతీరముల అగపడు నల్లటి ఇసు కలో మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ అను ఇనుము యౌగికము ఉండును. ఇనుప ఖనిజ సంపదలేని జపానులో ఇనుము సాధనకు ఇదియే ముడిద్రవ్యము.

అస్ఫాటికమగు సిలికా మరల మూడు అవస్థలలో దొరకును: 1. ఓపాల్, 2. ఫ్లింట్, 3. అగిట్. ఓపాల్ 3% - 12% వరకు నీటిని ఇముడ్చుకొని పసుపు మొదలు గోధుమరంగువరకు రంగులో వ్యత్యాసము కలిగిఉండును. ఇవిగాక చెర్టు, జాస్పర్ ఇవన్నియు సిలికా యొక్క అస్ఫాటిక రూపములే. అగిట్ పొరలు పొరలుగా ఉండును; ఇది కఠినముగా ఉండును.

సిలికా ఉపయోగములు: విద్యుత్ ఉపకరణములు, మూసలు, పాత్రలు, గొట్టములు మొదలగు రాసాయనిక పరికరములు, కటకములు, వర్ణమాల దర్శకము యొక్క పట్టకములు చేయుటకు స్ఫటిక రూపమున నున్న క్వార్ట్జ్‌నుగాని, ద్రవీభవించిన సిలికాగాని వాడుదురు. సిలికాయొక్క తాపవ్యాకోచ గుణకము చాలతక్కు వగుటచే గాజువలె సులువుగా తాపక్రమ వ్యత్యాసములకు బ్రద్దలవదు. ఎర్రగాకాల్చి చల్లనినీటిలో అకస్మాత్తుగా ముంచినను సిలికామూస బ్రద్దలుకాదు. కొలుములలో వేడికి కరగని ఇటుకలుగా కూడ సిలికా ఉపయోగములో ఉన్నది. అగిట్ దిమ్మలు, అసిధారగల అగిట్ పట్టక ములు తులాయంత్రముల భ్రమణబిందువులకు వాడుకలో ఉన్నవి.

సిలిసిక్‌ఆసిడ్ - సిలికేట్‌లు: కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ($CO_2$) కొంచెమయినను నీటిలో కరగి కార్బానిక్ ఆసిడ్ ($H_2CO_3$)ను ఇచ్చినట్లు సిలికన్ డై ఆక్సైడ్ ($SiO_2$) నీటిలో కరగదు; సిలిసిక్ ఆసిడ్‌ను ఈయదు. సోడియమ్ సిలికేట్ వంటి ద్రావ్యముగుసిలికేట్ ద్రావణమునకు విలీ నామ్లము చేర్చినపుడు సిలిసిక్ ఆసిడ్ కొల్లాయిడ్ స్థితిలో లభించును:



$$Na_2SiO_3 + 2\,HCl = 2\,NaCl + H_2SiO_3$$

ఈ ప్రక్రియయందు ఉపయోగించిన విద్యుత్‌విశ్లేష్యద్రవ్య ములను డయలైజర్‌చే వేరుచేసినచో పరిశుద్ధమైన కొల్లాయిడ్‌సిలిసిక్ ఆసిడ్ లభించును. ఈ కొల్లాయిడ్ ద్రావణము శీఘ్రముగా గడ్డకట్టును. దీనిని ఆరబెట్టినచో సిలికాజెల్ అగును. ఆరబెట్టుతాపక్రమముపట్టి దీనియందు వివిధరాశులనీరుండును. తడిఆరబెట్టినను సిలికాజెల్ నీటిని, కొన్నివాయువులను బలముగా పీల్చుకొనగలదు. అందు వలన దీనిని నీటిని మంచుగా చేయుటకు, పరిశ్రమలలో విడుదలఅగు వాయువులను సంగ్రహించుటకు వాడుదురు. సిలిసిక్‌ఆసిడ్‌యందున్న నీటిరాశికి నిసుపులేదు. కనుక ఆమ్లమును $SiO_2$, $nH_2O$ అనిగాని, లేదా $H_2SiO_3$, $mH_2O$ అనిగాని సాంకేతించవలెను. ఈ ఆమ్లములయొక్క ధాతులవణములకు సిలికేట్‌లని పేరు. ఈ సిలికేట్‌లలో సోడియమ్ సిలికేట్ చాలసరళరచన కలిగినది. పరిశుద్ధ మైన ఇసుకను సోడియమ్ కార్బొనేట్‌తో వేడిచేసి కర గించినప్పుడు ఇది లభించును.

ఈ ప్రక్రియనుండి లభ్యమయినద్రవ్యమును చల్లారిన తరువాత ముక్కలుచేసి, ఆముక్కలను నీటిలో నీటి ఆవిరి ఒత్తిడితో కరగింతురు. ఈ ద్రావణము చిక్కటి పాకమువలె తీగలుసాగుచుండును. దీనిని ద్రావ్యకాచము (సాల్యుబుల్ గ్లాస్) అనిగాని, నీరుగాజు (వాటర్ గ్లాస్) అనిగాని అందురు. బ్రద్దలైనపింగాణీపాత్ర భాగములను అతుకుట కును, సబ్బులో కలుపుటకును, గ్రుడ్లను పొదుగుటకును దీనిని ఉపయోగింతురు.

భూపృష్ఠమందున్న శిలలన్నియు సిలికేట్‌లమయములే. ఈ సిలికేట్‌లలో లిథియమ్, సోడియమ్, పొటాసియమ్, బెరిలియమ్, మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్, అల్యూమిని యము ధాతువుల సిలిసిక్ ఆసిడ్ వణములు ఉండును. ఈ సిలికేట్‌ల రాసాయనిక సంఘటనములు పైచెప్పిన సోడి



1



2



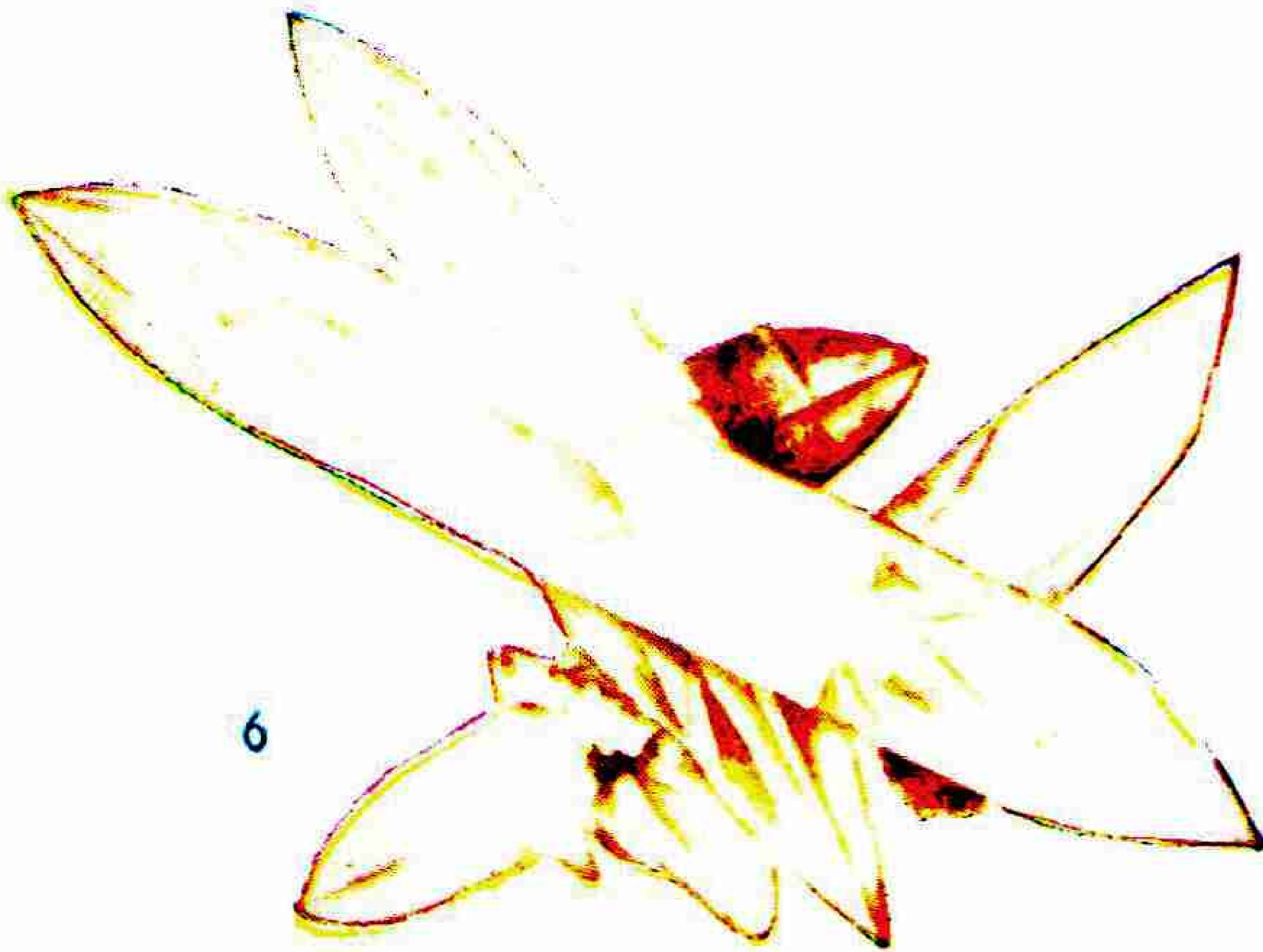
3



4



5



6



7



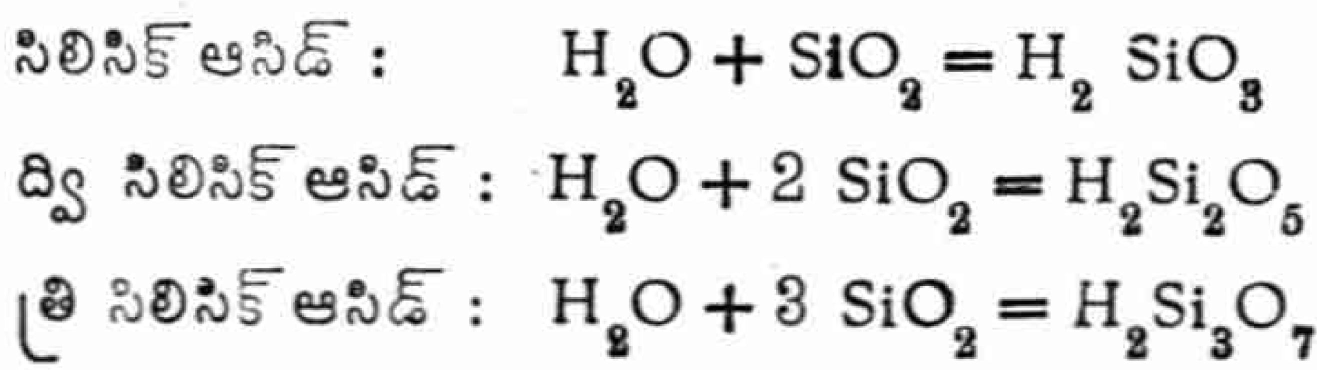
8

రత్నములు :

1. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) అమెథిస్టు ; 2. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) అమెథిస్టు (సానబెట్టినది) ; 3. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) పసుపు పచ్చ ; 4. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) టోపాజ్ ; 5. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) జాస్పర్ ; 6. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) తెలుపురంగు ; 7. క్వార్ట్జ్ (స్ఫటికశిల) ఆనిక్స్ ; 8. మరకతము.

Blank Page

యమ్ సిలికేట్ దానివలె సరళముగా ఉండవు. అపరిమిత సంఖ్యలోనున్న ఈ సిలికేట్ల వర్గీకరణము అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రమందు ఒక ప్రధాన సమస్యగా కొన్నినాళ్లు పొడకట్టినది. X - కిరణవిశ్లేషణ విధానము ద్రవ్యరచనానిర్ణయమునకు వినియోగించ బడక పూర్వము సిలికేట్లన్నియు వివిధములగు బహుళసిలిసిక్ ఆసిడ్ల నుండి ఉత్పన్నములైనట్లు నిరూపించు చుండెడివారు. బహుళ సిలిసిక్ ఆసిడ్లు అనగా ఒక అణువునీటితో ఒకటికన్న ఎక్కువ సిలికన్ డైఆక్సైడ్ అణువు సంయోగించి ఏర్పడిన ఆసిడ్లు :



సిలిసిక్ ఆసిడ్ : $H_2O + SiO_2 = H_2\ SiO_3$

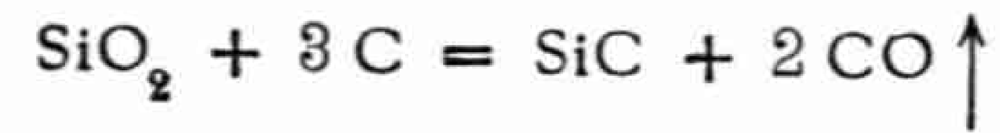
ద్వి సిలిసిక్ ఆసిడ్ : $H_2O + 2\ SiO_2 = H_2Si_2O_5$

త్రి సిలిసిక్ ఆసిడ్ : $H_2O + 3\ SiO_2 = H_2Si_3O_7$

వాస్తవికముగా ఇట్టి కల్పితబహుళసిలిసిక్ ఆసిడ్ రచనలకు అనుగుణముగా సిలికేట్లరచన లేదని నేడు తెలిసినది. అందువలన నేటి వర్గీకరణము X - కిరణవిశ్లేషణఫలితములను అనుసరించి చేయబడినది.

భూపృష్ఠమున ఒకప్పుడు సిలికేట్ల మయములగు నగ్న శిలలే ఉండెడివి. వాతశీతాతపస్థితులయందు గలిగెడు మార్పులచే ఈశిలలు వాతక్షయము (వెదరింగ్) నకు లోనై చూర్ణీకృతములై ఇసుక, మన్నుగా ఏర్పడినవి. ఈద్రవ్యములు శిలోపరితలమునుండి వర్ష జలప్రవాహముచే వేరొక చోటికి గొనిపోబడి అక్కడ వృక్షముల ఉత్పత్తికి, వృద్ధికి ఆవశ్యకమగు నేలగా పరిణమించినవి. నేటిమానవ జీవితమునకు ఆధారమగు నేలఅంతయు ఇట్లు ఏర్పడినదే.

**కార్బరండమ్ :** దీని రాసాయనిక నామము సిలికన్ కార్బైడ్ (SiC). ఇసుక కోకు మిశ్రమును విద్యుత్ కొలిమిలో 1500°C / 2000°C వరకు వేడిచేసినప్పుడు కార్బరండమ్ ఏర్పడును :



$$SiO_2 + 3\,C = SiC + 2\,CO\uparrow$$

యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో నయాగరా వద్ద దీనిని ఎక్కువగా తయారు చేయుచున్నారు. కాఠిన్యములో ఇది వజ్రమును పోలును. నల్లటి స్ఫటికములు - కొలుములు లోపలి గోడలకు అమర్చుటకు, ఘర్షణ ద్రవ్యముగాను దీనిని వాడుదురు (చూ. కార్బన్ వర్గము - పు. 272).

పి. రా.

**సిలీనియమ్ :** ఇది రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 34 ; సంకేతము Se ; పరమాణుభారము 78.96 ; విశిష్టగురుత్వము 4.81 ; ద్రవాంకము 220°C ; క్వథనాంకము 688° C.

* * *

**సిలీనియమ్ & టెలురియమ్ :** రెండును సల్ఫైడ్ ఖనిజములతో కలిసి దొరకును. అందువలన ఇతర ధాతు సాధనకు ఉపయోగించు సల్ఫైడ్ ఖనిజములనుండి ఈ రెండింటిని ఉపద్రవ్యముగ సాధింతురు. వాస్తవికముగా సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌ను తయారుచేయుటకు ఉపయోగించు సీసపేటికలలో చేరిన మడ్డినుండి 1817 లో జోన్స్ జేకబ్ బర్జీలియస్ సిలీనియమ్ యొక్క ఉనికిని కనుగొనెను.

టెలురియమ్ ఒకప్పుడు విడిగాను, వెండి, బంగారము బిస్మత్తుధాతువులతో సంయుక్తస్థితిలో టెలురైడ్ యౌగికములుగాను కూడ దొరకుచుండును. $AuAgTe_4$ (గోల్డ్

కొన్నిమానవోపయోగ్యములైన సిలికేట్లు

| పేరు | సంఘటనము | ఉపయోగములు |
|---|---|---|
| బంకమన్ను | ఇనుము, ఆక్సైడ్లు కలిసిన అల్యూమినియము సిలికేట్ | ఇటుక, పెంకు, కుండలు, జాడీలు. |
| చీనా మద్ద | రంగులేని అల్యూమినియము సిలికేట్ | విద్యున్నిరోధకములు, మూసలు, కప్పులు, సాసర్లు. కాగితపుపరిశ్రమ. |
| అభ్రకము | ఉదకితపొటాసియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ | నెల్లూరు, బీహార్ ప్రదేశములలో దొరకును. కండెన్సర్లు, చిమ్నీలు, కొలిమి ఇటుకలు. |
| రాతినార (ఆస్బెస్టస్) | కాల్సియమ్ మగ్నీషియమ్ సిలికేట్ | అగ్నిప్రమాదములేని వస్తువులు, వేడిమిపోకుండ చేయు వేష్టనములు. |
| ఫెల్డ్‌స్పార్ | పొటాసియమ్ అల్యూమినియము సిలికేట్ | పింగాణి. |
| రాచిప్పలరాయి (టాల్క్) | మగ్నీషియమ్ సిలికేట్ | ఫేస్ పౌడర్, రాచిప్పలు |

సిల్వర్ టెలురైడ్), $Bi_2Te_3$ (టెట్రాడిమైట్), $Au_2Sb_2$ $Pb_{10}Te_6S_{15}$ (నాగ్యగైట్).

సిలీనియమ్ కూడ గంధకమువలె అనేక స్ఫటిక, అస్ఫాటిక రూపాంతరములలో ఉండును. వీటివిషయమైన జ్ఞానము ఇంకను విస్పష్టముగా లభించలేదు. కాని మూడు రూపములు ఉన్నవనుట నిశ్చయము.

ధాతు సిలీనియమ్: ఇది ధూసరవర్ణము క్లోరోఫార్మ్‌లో కరుగును; కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్‌లో కరగదు. తక్కినరూపములను వేడిచేయుట వలన ఇది లభించును. ఇది చాల నిలుకడగల రూపము. దీనికొక విచిత్రగుణము

హైడ్రైడ్‌లు: సిలీనియమ్, టెలురియమ్ ఈ రెండును, గంధకమువలె హైడ్రైడ్‌లను ఇచ్చును. ($H_2X$) సల్ఫైడ్‌లపై ఆమ్ల చర్యవలన హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్ లభించినట్లు సిలీనైడ్‌లు, టెలురైడ్‌లపై ఆమ్లచర్యవలన సిలీనియమ్, టెలురియమ్ హైడ్రైడ్‌లను పడయవచ్చును.

ధాతుసిలీనైడ్‌లు, టెలురైడ్‌లు మూలద్రవ్యములను ధాతువులతో కలిపి వేడిచేయుటవలన లభించును. ఈ రెండుహైడ్రోజన్ యౌగికములును హైడ్రోజన్‌సల్ఫైడ్ వలె చాల దుర్గంధము కలవి. రెండవది సాధారణ తాపక్రమములోనే మూలద్రవ్యములలోనికి విచ్ఛిన్నమగును.

ఆక్సైడ్‌లు - ఆమ్లములు

| | ఆక్సైడ్‌లు | ఆమ్లములు |
|---|---|---|
| సిలీనియమ్ | సిలీనియమ్‌డై ఆక్సైడ్ ($SeO_2$)<br>సిలీనియమ్ ట్రైఆక్సైడ్<br>సాధ్యముకాలేదు. | సిలీనియస్ ఆసిడ్ ($H_2SeO_3$)<br>సిలీనియక్ ఆసిడ్ ($H_2SeO_4$) సిలీనేట్<br>లవణములను ఇచ్చును. |
| టెలురియమ్ | టెలురియమ్ డైఆక్సైడ్ ($TeO_2$)<br>టెలురియమ్ ట్రైఆక్సైడ్ ($TeO_3$) | ఆమ్లములేదు; క్షారద్రావణములతో<br>లవణములు ఏర్పడును.<br>ఆర్థోటెలురిక్ ఆసిడ్ ($H_6TeO_6$); దీనిని<br>వేడిచేసిన $H_2TeO_4$ లభ్యమగును.<br>చాల బలహీనమైన ఆసిడ్. |

మే. వ. న.

ఉన్నది. వెలుతురుకు ఎదురు పెట్టినపుడు దీని విద్యుద్వాహకత 200 రెట్లు ఎక్కువగును. అందువలన కొన్ని కాంతి ఘటములలో (చూ. కాంతి విద్యుత్‌ఘటములు - పు. 253) దీనిని వాడుచున్నారు.

మోనోక్లినిక్ లేదా ఎర్ర సిలీనియమ్: అస్ఫాటిక రూపమును కార్బన్‌డైసల్ఫైడ్‌లో కరగించి ఆద్రావణమును స్ఫటికీకరించిన లభించును.

అస్ఫాటిక సిలీనియమ్: నల్లగాగాని, ఎర్రగాగాని గాజువలె ఉండవచ్చును. పొటాసియమ్ సిలీనోసైనేట్‌పై హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన లభించును.

టెలురియమ్‌కూడ స్ఫటిక, అస్ఫాటిక రూపములు అను రెండురూపములలో ఉన్నది. సాధారణ టెలురియమ్ గంధకమువలె సులభముగా పొడిఅగు ద్రవ్యము; వెండివలె తెల్లగా ఉండును.

టెలురియమ్ డైఆక్సైడ్‌ను సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌తో ఆక్సీహరించినపుడు టెలురియమ్ ధాతువుయొక్క అస్ఫాటిక రూపము లభ్యమగును.

**సీగ్‌బాన్, కార్ల్‌మన్నెజార్జి** (జననము 1886): స్వీడన్ భౌతికవిజ్ఞాని. లుండ్ (స్వీడన్) యూనివర్సిటీలో విద్య నేర్చుకొని అచ్చటనే 1920 లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. తరువాత 1923 లో ఉప్సాలా, 1937 లో స్టాక్‌హోమ్ క్రమముగా ఈయన ఉద్యోగస్థానములు అయినవి. రన్టజన్ వర్ణమాలానుశీలనయందు ప్రామాణికుడు. X - కిరణవర్ణమాలలో '$\mu$' శ్రేణి అను వర్ణరేఖాక్రమమును ఒకదానిని పోల్చెను. ఈ అనుశీలనకై శూన్యములో వర్ణమాలానుశీలనమును చేయుటకై తగిన పరికరమును ఒకదానిని నిర్మించెను. 1924లో భౌతికశాస్త్రనోబెల్ బహుమానము ఈయనకు ఈయబడినది. జి. శి. రా.

**సీజియమ్**: ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 55; సంకేతము Cs; పరమాణుభారము 132·91; విశిష్టగురుత్వము 1·87; ద్రవాంకము 28·4°C; క్వథనాంకము 708° C. దీని ఉనికిని 1860 లో కిర్కాఫ్, బున్‌సెన్ అనువారలు కనుగొనిరి. (చూ. ఆల్కలి ధాతువులు - పు. 190).

* * *

**సీబార్గ్, గ్లెన్ తియొడోర్** (జననము 1912) : యునైటెడ్ స్టేట్స్ రాసాయనికుడు. మిచిగన్ పరగణాలో ఇస్పెమింగ్ వద్ద ఈతని జననము. కాలిఫోర్నియా యూనివర్సిటీయందు చదివి అచ్చటనే 1937 లో పరిశోధన సహాయకుడుగా నియమితుడై, 1945 లో ఆచార్యత్వమును అందుకొనెను. 1942 - 1946 వరకు సెలవు తీసికొని చికాగో యూనివర్సిటీయందు చేరి అటంబాంబు నిర్మాణమునందు పాలుగొనెను. ప్లుటోనియమ్ ఆవిష్కరణ విషయమై మాక్మిలన్‌తోపాటు ఇతడు పరిశోధనయందు పాల్గొనెను. సీబార్గ్, అతని సహాయకులు 95 (అమెరిసియమ్, (క్యురియమ్), 97 (బెర్కెలియమ్), 98 (కాలిఫోర్నియమ్) అను మూలద్రవ్యములను 1951 లో కృత్రిమముగా సృష్టించిరి. మాక్మిలన్‌తో నోబెల్ బహుమతిని పంచుకొన్నాడు. మే. వ. న.

**సీసము** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వాంకము 82; సంకేతము Pb; పరమాణుభారము 207·21; విశిష్టగురుత్వము 11·34; ద్రవాంకము 327·3; క్వథనాంకము 1750°C. దీనిని ఇంగ్లీషులో 'లెడ్' అందురు. మానవునికి ప్రాచీనకాలము నుండి తెలిసిన ధాతువులలో సీసము ఒకటి. ప్రాచీనభారతీయ నాగరికతలో సీసమునాణెములుగాను, నేతగాండ్రచే బరువులుగాను వాడబడినట్లు 'వాజసనేయసంహిత' వలన తెలియవచ్చుచున్నది. ఈ బరువయిన మెత్తని ధాతువును ఇతర ధాతువులతో మిశ్రముచేసి నేటి నాగరిక జీవితమునకు వలయు అచ్చు అక్షరములు, ధాతువులను అతుకుటకు టంకము, పాత్రలకు ఉపయోగించు ప్యూటర్ అను ధాతుమిశ్రము మొదలగు అనేక వస్తువులు తయారగుచున్నవి.

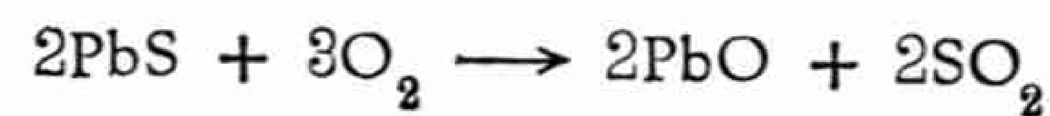
ఈధాతువునకు విశిష్ట లక్షణము బరువు. సామాన్య ధాతువులన్నిటిలో బంగారము (విశిష్టగురుత్వము 19·3) తరువాత సీసమే (విశిష్టగురుత్వము 11·34) బరువైనది. కోసినవెంటనే ఇది వెండివలె తళతళలాడును; కాని వెంటనే వాయువుతో సంయోగించి మసకపడును. ఇది గోటితో గీరునంత మెత్తగా ఉండును. వేడిచేసిన సులభముగా ద్రవీభవించు ధాతువులలో ఇది ఒకటి. తగరము (చూ. పు. 364) దీనికన్న త్వరగా కరగును. జింకు (చూ. పు. 342) దీనికన్న కష్టముగా కరగును.

ఈధాతువు రాసాయనికముగా కొంత చురుకైనది అగుటచే ప్రకృతిలో ఇది విడిగా దొరకుట అరుదు. దీని ముఖ్యమైన ఖనిజము 'గెలీనా'. రాసాయనికముగా అది సీసము, గంధకము గల ఖనిజము; ఆంగ్లసైట్ అనునది లెడ్‌సల్ఫేట్, సెరుసైట్ అనునది లెడ్‌కార్బొనేట్.

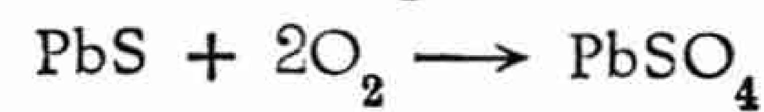
సీసము ఎక్కువగా యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో దొరకును. స్పెయిన్, బ్రోకెన్‌హిల్ (ఆస్ట్రేలియా) కూడ సీసము దొరకుచోట్లు. ఇండియాలో సీసఖనిజములు చాలచోట్ల ఉన్నవి. నల్లమల అడవి ప్రాంతములలోను, కడప, గుంటూరు జిల్లాలలోను, రాజస్థాన్‌లోను గెలీనా కలదు. కాని కొలదితావులలోనే విరివిగా ఉన్నది.

సీసఖనిజములు సాధారణముగా భూమిపై తలమున దొరకవు. ఖనిజమును భూమినుండి త్రవ్వితీసి, పొడిచేసి తక్కిన ఖనిజములనుండి వేరుపరచి సాంద్రీకరింతురు. ఈ సాంద్రీకరణము పైకితేల్చుట, ద్రవీకరణము అను రెండు పద్ధతులచే కావించ బడుచున్నది (చూ. ముడిఖనిజములు, ధాతుసాధన - పు. 534).

సాంద్రీకృత ఖనిజమును కొలిమిలో ఉంచి, ఒకమారు గాలి చొరనిచ్చియు, ఇంకొకమారు కొలిమితలుపులు మూసియు కాల్చుదురు. గాలిలో కాలినపుడు ఖనిజములోని లెడ్‌సల్ఫైడ్ కొంత లెడ్‌ఆక్సైడ్‌గాను, కొంత లెడ్‌సల్ఫేట్‌గాను మారును:

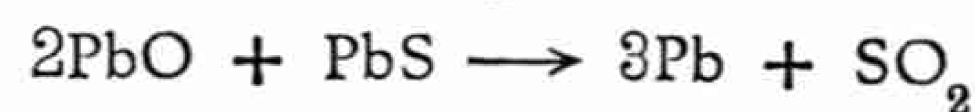


$$2PbS + 3O_2 \longrightarrow 2PbO + 2SO_2$$



$$PbS + 2O_2 \longrightarrow PbSO_4$$

తరువాత తలుపులుమూసి కాల్చినపుడు క్రిందిమార్పులు సంభవించి ధాతువు ఏర్పడును:



$$2PbO + PbS \longrightarrow 3Pb + SO_2$$



$$PbSO_4 + PbS \longrightarrow 2Pb + 2SO_2$$

పైప్రక్రియలో ఏర్పడిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్‌ను ప్రత్యేకముగా సేకరించవచ్చును. ఈ ప్రక్రియలో సులభముగా కరగెడి సీసధాతువు కొలిమి అడుగుభాగమునుండి ద్రవరూపమున జారును. అందులోని మలినద్రవ్యములు చాలవరకు ఖనిజముతో కలిపిన స్లాగ్ ద్రవ్యములో నిలచిపోవును. ధాతువును శుద్ధిచేయుటకు దానిని రివెర్బరేటరీ కొలిమిలో (చూ. పు. 537) కరగబెట్టి కలియబెట్టుదురు. ఈ క్రియలో ధాతువులోనున్న మలినములు ఆక్సీకృతమై సీసద్రవముపై తెట్టెకట్టును. ఈ తెట్టెను తీసివేసినచో శుద్ధ ధాతువు మిగులును. ఇంకను శుద్ధిచేయవలెననిన విద్యుత్ విశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగింతురు. దీనికిపనికివచ్చు విద్యుత్ విశ్లేష్య ద్రావణము లెడ్‌సిలికోఫ్లోరైడ్ ద్రావణము. ఈ ద్రావణములో మలినసీసమును ధనాగ్రముగాను, చాల తక్కువ మందముగల శుద్ధసీసపురేకు ఋణాగ్రముగాను ఉపయోగించినచో ధనాగ్రము నుండి శుద్ధసీసము ఋణాగ్రముపై చేరును. దీనికి బెట్టుపద్ధతి అని పేరు.

ఉపయోగములు : అంటిమోని ధాతువుతో అచ్చుఅక్షరములను తయారుచేయుటయందు ఈధాతువు ముఖ్య

ముగా వాడుకలో ఉన్నది. అటుపైని తుపాకీ రవ్వలు, సోల్డర్ (టంకమిశ్రము), ఎలక్ట్రికల్ ఫ్యూస్ తీగ మొదలగు సులభముగా కరిగెడు ధాతుమిశ్రములు, పారిశ్రామికముగా గంధకద్రావకమును తయారుచేయుటకు కావలసిన పెద్ద పేటికలు సీసముతోనే తయారుచేయుదురు ఇది నీటిలో కొంచెము కరగి, శరీరమునకు అపాయము కలిగించును. అందుచేత మంచినీరు సీసపుగొట్టములగుండా రాకూడదు.

**ఆక్సైడ్‌లు - ముఖ్యయౌగికములు :** సీసము నాలుగు ఆక్సైడ్‌లను ఇచ్చును. వీటియందు ఒక పరమాణుభారము సీసముతో 1, $1\frac{1}{3}$, $1\frac{1}{2}$, 2 పరమాణుభారములు ఆక్సిజన్ సంయోగించి ఉన్నది; వీటి సాంకేతికములు అందుచే క్రమముగా $PbO$, $Pb_3O_4$, $Pb_2O_3$, $PbO_2$ అనునవి. వీటిలో మొదటిది సీసమును గాలిలో భస్మము చేసినప్పుడు ఏర్పడును. ఇది లేతపసుపురంగు గలది. దీనికి 'లితార్జ్' అని పేరు. వెండిని ఊది శుద్ధిచేయునపుడు ఈ లెడ్ ఆక్సైడ్ ద్రవరూపమున దానిలోని మలినములతో కలిసి తెట్టుకట్టి చల్లారిన తరువాత రాయివలె గట్టిపడుటవలన దీనికి (లితాస్ = రాయి; ఆర్జిరమ్ = వెండి) 'లితార్జ్' అని పేరువచ్చినది. ఆక్సిజన్‌పాలు ఎక్కువగా ఇతర ఆక్సైడ్‌లనుకాని, లెడ్ నైట్రేట్‌నుగాని కాల్చినచో ఈ యౌగికము ఏర్పడును. దీని ద్రవాంకము 888° C; ఆక్సీహరణ ద్రవ్యములతో కాల్చిన సులభముగా ధాతువు క్రింద మారును.

ముఖ్యోపయోగములు: 1. సీస యౌగికములను తయారుచేయుట; 2. విద్యుచ్ఛక్తిని నిల్వచేయు స్టోరేజీ బ్యాటరీలను తయారుచేయుట; 3. రబ్బరుతో మిశితముచేయుట; 4. కొన్నిరకముల గాజు, పింగాణీ వస్తువులపై మెరుగు పూతలు చేయుటకు ఈ ఆక్సైడ్‌ను ఉపయోగింతురు. 400° C వద్ద కొంతసేపు వేడిచేసినచో సీససింధూరము (రెడ్ లెడ్) క్రింద మారును. హెచ్చుతాపక్రమమునకు వేడిచేసినపుడు కొంతఆక్సిజన్‌ని కోలుపోయి ఇది మరల లితార్జ్‌గా మారును. ఇనుపరేకులకు పూతరంగుగా రెడ్ లెడ్ విస్తారమువాడుకలో ఉన్నది. అధికవక్రీభవన గుణకముల 'ఫ్లింట్', 'క్రౌన్' గాజులను తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. దీనిని కూడ లితార్జ్‌వలె స్టోరేజీ బ్యాటరీల నిర్మాణములో వాడుదురు.

లెడ్ సెస్క్వి ఆక్సైడ్ ( $Pb_2O_3$ ): రంగు ఎరుపు-పసుపుమిశ్రము; లెడ్ హైడ్రాక్సైడ్‌పై సోడియమ్ హైపోక్లోరైట్ ద్రావణచర్యవలన పడయవచ్చును.

లెడ్ డై ఆక్సైడ్ ( $PbO_2$ ): ఇది సీసపుఆక్సైడ్‌లన్నిటిలో ఆక్సిజన్‌పాలు అధికతమముగానున్న యౌగికము. పారిశ్రామికముగా మిక్కిలి ఉపయోగమైనది. అగ్గి పుల్లల మందులో ఆక్సీకరణద్రవ్యముగా ఇది ఇమిడిఉండును.

అదిగాక స్టోరేజీబ్యాటరీలో ధనాగ్రముగా మిక్కిలి వాడుకలోఉన్నది. సీసపులవణములలో పారిశ్రామికముగా పనికి వచ్చునవిమాత్రమే ఇచ్చట వివరింపబడినవి.

లెడ్ ఆసిటేట్ [ $Pb(C_2H_2O_2)_2$, $3H_2O$ ] : నీటిలో సులభముగా కరగు తెల్లటి స్ఫటికములు. దానిని బట్టలకు రంగు అంటునట్లు చేయుద్రవ్యముగాను, వార్నిషులు, పూతరంగులు త్వరగా ఆరుటకును ఉపయోగింతురు.

బేసిక్‌లెడ్‌ఆసిటేట్ : టానిన్‌లు, ఆల్కలాయిడ్‌లు కల ద్రావణములలోనున్న ద్రవ్యమును విరిచి తేటపర్చుటకు ఉపయోగపడును.

బేసిక్‌కార్బొనేట్ { $Pb[PbOCO_3]$ } : ఇది తెల్లని పూత రంగును తయారుచేయుటలో మిక్కిలిఉపయోగకరము; తక్కిన తెలుపురంగులకన్న వొదిగివచ్చు గుణము గలది.

లెడ్‌క్రోమేట్ ( $PbCrO_4$ ) : చక్కని పసుపు రంగుగల అవక్షేపము: పూతరంగుగా పనికివచ్చుచున్నది.

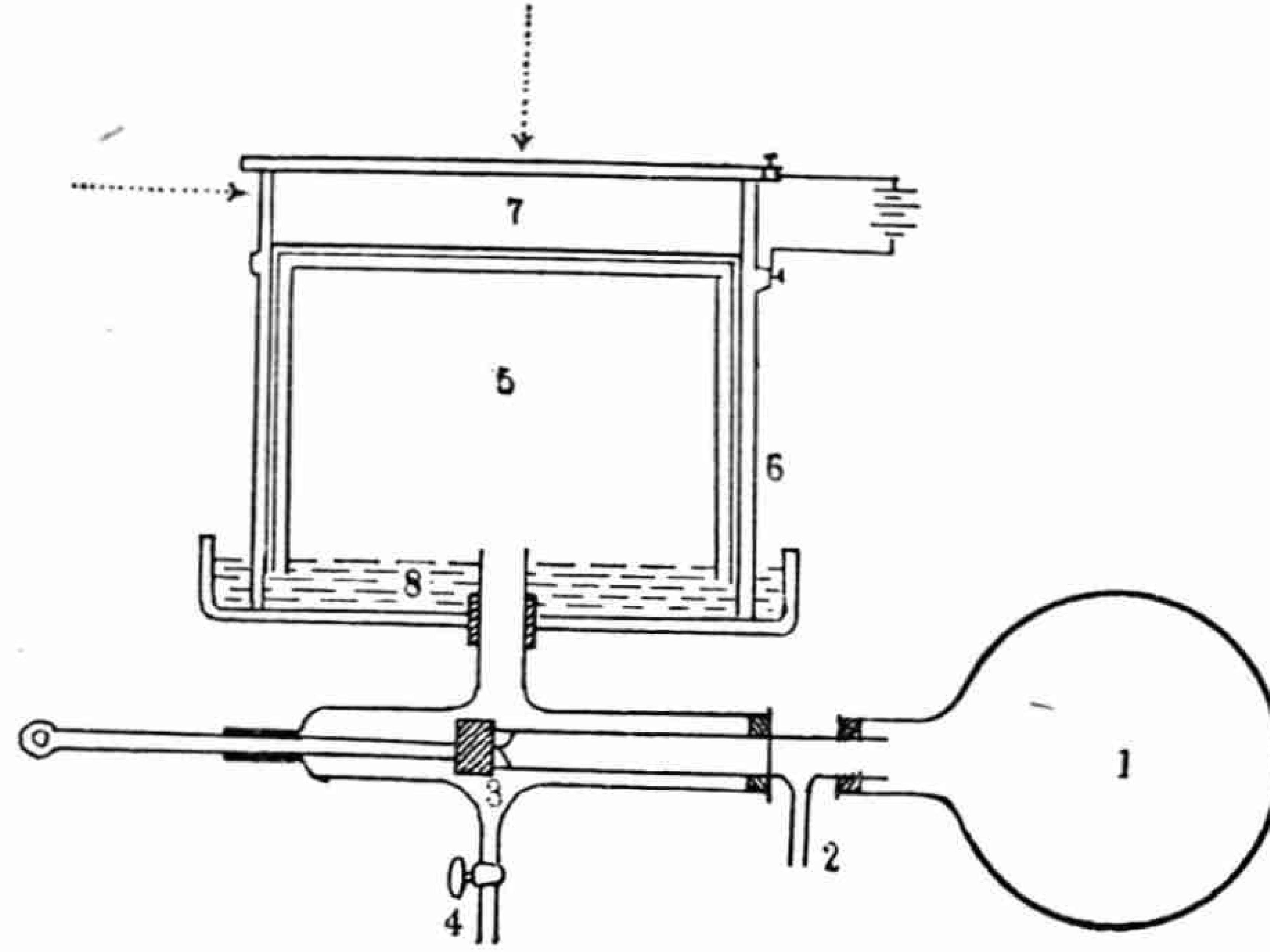
లెడ్‌సల్ఫేట్ ( $PbSO_4$ ): సీసపు లవణములలో కెల్ల మిక్కిలి అద్రావ్యమైన లవణము. ఏద్రావ్యసీసలవణ ద్రావణమైనను గంధకద్రావకముతో కలిపినచో లెడ్ సల్ఫేట్ అవక్షేపముగా క్రిందికి దిగును. ఇది కూడ పూత రంగు (పెయింట్) చేయుటకే ఉపయోగపడుచున్నది. (చూ. కార్బన్ వర్గము - పు. 272). మే. వ. న.

**సునిశిత భౌతికశాస్త్ర పరికరములు:** శాస్త్రనౌకకు ప్రయోగము చుక్కానివంటిది. ప్రయోగము ఎటుత్రిప్పిన శాస్త్రము అటు పురోగమించును. ప్రయోగము సాధన పరాధీనము. సాధనములు ఎంత సూక్ష్మ గ్రాహులు, ఎంత నిశితములు అయిన ప్రయోగ ఫలములు అంత యథార్థముగా ఉండును. ప్రయోగఫలముల యాథార్థ్యము శాస్త్ర నిర్మాణమునకు మూలము.

నేటిభౌతిక శాస్త్రాభ్యాసకుని అందుబాటులో అనేకములగు అన్వేషణ సాధనములు ఉన్నవి. ఇవి అన్నియు అతడు కల్పించు కొనినవే. సూక్ష్మదర్శని, అతిసూక్ష్మదర్శని, ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శని, దూరదర్శని, వర్ణమాల దర్శని, విద్యున్మాపకము, ధ్రువీకరణ మాపకము, కాంతి విద్యుత్ ఘటము మొదలైనవి పెక్కులు గలవు. వీటిలోచాల వరకు ఆయాప్రత్యేకశీర్షికలలో వర్ణించబడినవి. ప్రస్తుతము అత్యద్భుత భౌతికశాస్త్రప్రయోగ సాధనము అగు విల్సన్ మేఘమందిరము, బుద్బుదమందిరము మాత్రము ఈ శీర్షికలోవర్ణించబడును. ఈసాధనము నిర్మించబడకపోయినచో పరమాణురచనను ముఖ్యముగా కేంద్రకరచనను గురించి

ఆవిష్కృతమైన అన్వేషణ ఫలితములు, మూడువంతుల ముప్పాతిక వెలుగు చూనియే ఉండవనుట అతిశయోక్తి కానేరదు. నిర్మాణ సౌలభ్యమందును, సునిశ్చితఫలముల ఒసగుటయందును, ఈసాధనమునకును గుణసామ్యము ఎంతయేని కలదు. ఇట్టిదే గైగర్ గణిత్రము (చూ. పు. 327).

**విల్సన్‌మేఘమందిరము** : గాజుపలకలచే మూయబడిన రెండుసిలెండర్‌లు (5, 6) ఒకదానిపై ఒకటి, ఒకనీటి తొట్టె (8) లో బోర్లించబడిఉన్నవి. పైనున్న సిలెండర్ (7) కదలనిది. లోపలి సిలెండర్ (5) కదలుటకు వీలుగా ఉంచబడినది. ఈ రెండు సిలెండర్‌ల మధ్య కొంత ఎడము కలదు. ఈ రెండు సిలెండర్‌లను మూయుచున్న గాజు పలకలమధ్య ఖాళీ స్థలములో నీటిఆవిరిచే సంతృప్తమైన సాధారణ గాలి ఉన్నది.




1 వ పటము : విల్సన్ మేఘమందిరము

లోపలి సిలెండర్ శూన్యము కల్పించుటకు వీలైన (1) అను పెద్దగాజుబుడ్డితో కలుపబడి ఉన్నది. (2) అను ప్రక్కనాళమును వాయురేచక సాధనముతో సంధించినచో (1) లో శూన్యమును నిర్మించవచ్చును. శూన్యపాత్ర (4) ను పైవాతావరణతో కలుపు బిరడా. శూన్యపాత్రను ఇచ్ఛ వచ్చినప్పుడు తెరుచుటకు వీలగు బిరడా (3) పరికరము వెలుపలికి వచ్చిన ఒకపిడికి తగిలించి ఉన్నది. అవసరమైనప్పుడు (4) ను మూసి ఉంచి పిడిని హఠాత్తుగా పైకి లాగిన, పటములో చూపినట్లు శూన్యపాత్ర (1) కును, లోపలి సిలెండర్ లోపలిభాగమునకును సంబంధము ఏర్పడును. (1) ని శూన్యము కావించి పిడినిపైకి లాగినప్పుడు సిలెండర్‌కుక్షిలోని గాలి అకస్మాత్తుగా వ్యాకోచించును. ఆ వ్యాకోచమువలన గాలి తాపక్రమము అకస్మాత్తుగా తగ్గును. అందువలన ఆగాలిలోనున్న నీటిఆవిరి, తగ్గిన తాపక్రమమువద్ద సాధారణముగా గాలి భరించగల నీటి ఆవిరికన్న హెచ్చురాశిలో ఉండుట తటస్థించును. ఇట్టి స్థితిలో పరికరములోనిగాలి. నీటిఆవిరితో అతిసంతృప్తమైనది అందుము. గాలిలో నీటియావిరి అతిసంతృప్తస్థితికి వచ్చినపుడు ఆ ఆవిరిని బిందురూపమున సాంద్రీకరించుటకు ఎంతేని అవకాశము కలదు. కాని ధూళి కణముల వంటి ఘనకణములున్నగాని నీటిఆవిరి బిందురూపమును దాల్చదు. పరికరములోని గాలి ధూళిలేకుండ చేయబడినది. అదిగాక రెండు సిలెండర్‌లమధ్య ఖాళీస్థలమందు, 1 వ పటములో చూపినట్లు, బ్యాటరీసహాయమున స్థాపించబడిన విద్యుత్ క్షేత్రము, మనము ప్రవేశపెట్టినవిగాక ఇతర ఆవిష్టకణములు ఉన్నచో వాటిని లేకుండ చేయును. ఇట్టిస్థితిలో ఆ రెండు సిలెండర్‌ల పలకలమధ్యనున్న ఖాళీస్థలమందున్న గాలిలో, విద్యుదావిష్టకణ మెద్దియైన పయనించునట్లు మనము చేయగలిగినచో, ఆకణము తనమార్గము నందంతటను గాలి కణములతో డీకొని, వాటి నుండి ఎలక్ట్రాన్‌లను ఎక్కగొట్టి వాటిని కూడ ఆవిష్టకణములుగా మార్చును. ఈ నూతన ఆవిష్టకణములు నీటి అవిరికి బిందురూపమున సాంద్రీకరించుటకు వాహకములుగా ఆచరించి, తొలి ఆవిష్టకణము యొక్క మార్గమంతటను జలబిందువుల శ్రేణివ్యాపించి ఉండును. ఇట్టిస్థితిలో పటములో ప్రక్క బాణముచే చూపినట్లు ఖాళీ స్థలమునందు పైనుండి మంచి వెలుతురును ప్రవేశపెట్టిన, ఆ వెలుతురు కిరణములు జలబిందువులచే విక్షిప్తములై ఆవిష్టకణమార్గమును ఒక ప్రకాశరేఖవలె కనబడునట్లు చేయును. పటములో మీద నున్న బాణము దిక్కులో కెమేరాను ఉంచి ఛాయా చిత్రమును తీసిన, నల్లటి తలముపై తెల్లటి రేఖవలె మేఘమందిర మందు పయనించిన ఆవిష్టకణ మార్గములు కన్పట్టును.

**బుద్బుద మందిరము** : ఒకపాత్రలో ఉచిత తాపక్రమ ప్రేషపరిస్థితులలో ఏదేని ద్రవమును ఉంచి, దానిపై ఉన్న ప్రేషమును హఠాత్తుగ తగ్గించినచో ఆ ద్రవము అతి తప్తస్థితిలో ఉండును. ఇప్పుడు ఒక విద్యుదావిష్టకణమును ఆ ద్రవముగుండ పంపినచో ఆ కణము కలిగించు అయనీకరణ, సంఘాతకార్యముల ఫలముగ, ఆ ద్రవమార్గమందు స్థానికతాపక్రమాతిశయ పరిస్థితులు ఏర్పడి, బుడగల వరుస ఒకటి కన్పట్టును. ఈ బుడగల వరుసను, ఆ పాత్రకుండు గాజు గవాక్షము ద్వారా కెమేరాతో గ్రహించినచో ఆవిష్టకణ మార్గము ఛాయా చిత్రఫలకముపై చిత్రించబడును. ద్రవముల సాంద్రత, వాయు సాంద్రతకన్న ఎక్కువగుటచే ఆవిష్టకణ మార్గము మేఘమందిరమందు కన్న ప్రస్ఫుటముగ ఉండును.

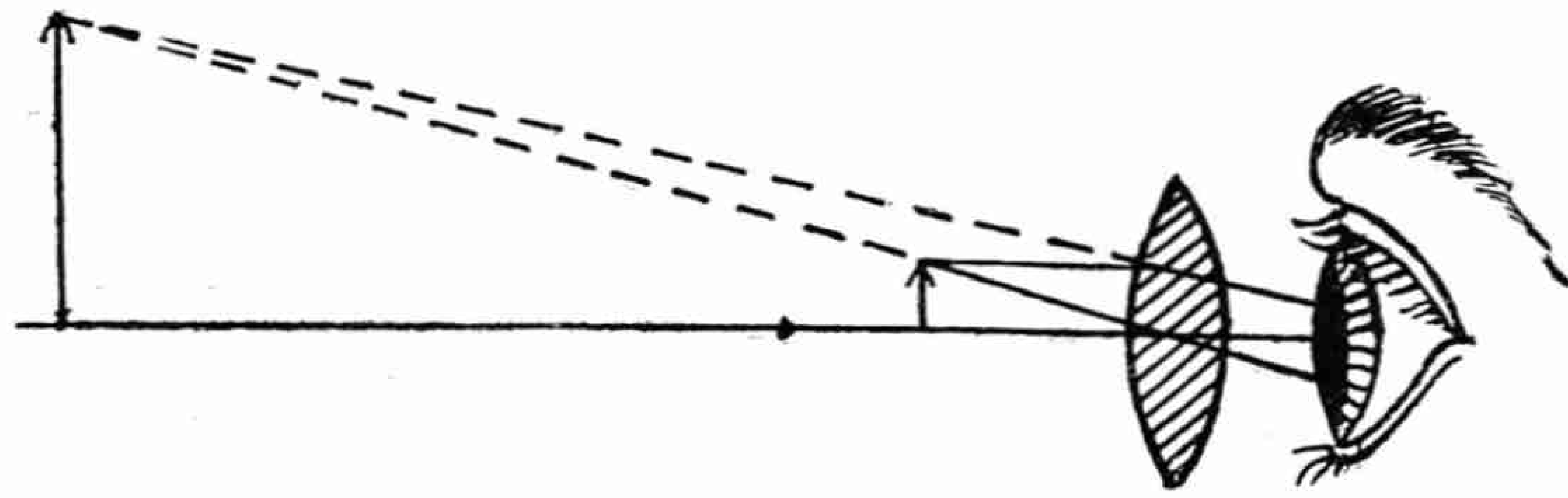
ఈ ఉపకరణమును గ్లాసర్ సృజించెను. ఇతడు మొదట కార్బన్ యౌగికముల ద్రవములుగా ఉపయోగించెను. ద్రవీకృత హైడ్రోజన్‌ని చికాగో, బెర్క్లీ యూనివర్సిటీ అందు భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు వాడిరి. మే. వ. న.

**సున్నము :** చూ. కాల్సియమ్ - పు. 287.

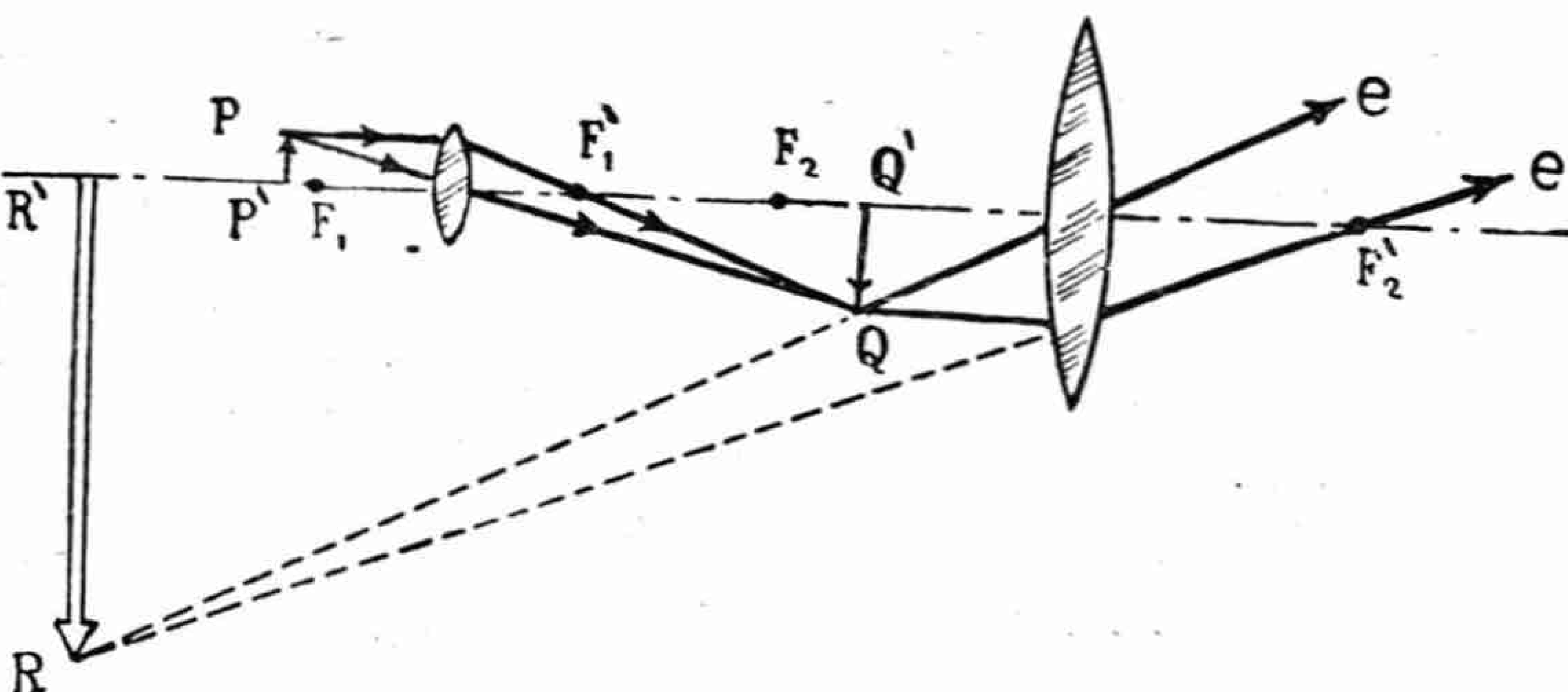
**సున్నితపుత్రాసు :** చూ. తుల - పు. 387.

**సుమేరుజ్యోతి :** చూ. అరోరా - పు. 154.

**సూక్ష్మదర్శని (సరళ) :** పరీక్ష్యవస్తువు, అభిసారి కటకమునకు దాని ప్రధాన నాభ్యంతరము కన్న దగ్గర నున్నపుడు ఆ విధానమును 'సరళ సూక్ష్మదర్శని' లేదా 'అధికీకరణ కటకము' అందుము. చిత్రము 1. ఇట్టి స్థితిలో వస్తువు యొక్క ఋజు అధికీకృత మిథ్యా బింబము గోచరించును. ఎచ్చట ఈ బింబము అతి స్పష్టముగా కనిపించునో అట్టి దూరములో ఉండవలయును. ఈ దూరము కంటికి 25 సెంటీమీటరులు ఉండును. ఈ దూరమున బింబము పడునట్లు అధికీకరణ సాధనమును ఇటునటు జరిపి తగినట్లు సర్దవలెను.



1 వ పటము : సరళ సూక్ష్మదర్శని




2 వ పటము : సంయుక్త సూక్ష్మదర్శని

PP' : వస్తువు ; QQ' : వస్తుకటకము యొక్క ప్రతిబింబము ; RR' : అక్షికటకము యొక్క ప్రతిబింబము (మిథ్యాబింబము) ; $F_1$, $F'_1$ : వస్తుకటకము యొక్క నాభులు ; $F_2$, $F'_2$ : అక్షికటకము యొక్క నాభులు ; e : కన్ను.

బింబపరిమాణమునకును, వస్తువు పరిమాణమునకును గల నిష్పత్తియే ఆ కటకము యొక్క అధికీకరణ సామర్థ్యము అనగా (చూ. చిత్రము 1).

అధికీకరణము $= \mu = \frac{QQ'}{PP'} = \frac{q}{p}$ పలుచటి కటకమునకు సంబంధించిన సమీకరణము $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ నుండి (ఇచ్చట p, q లు కటకమునుండి వరుసగా వస్తు, బింబముల దూరములు. f = కటకము యొక్క నాభ్యంతరము) $\frac{q}{p} = \frac{q}{f} - 1$ అని తేలును.

q = − 25 సెం. మీ. అగుచో $\mu = \frac{25 \text{ సెం.మీ.}}{f} + 1$

ఇచ్చట f సెంటీమీటరులలో చూపబడినది. ఇట్లు అధికీకరణ కటకము, కంటికి చాలదగ్గరగా పెట్టిన వస్తువును కూడ సులభముగ పరీక్షించుటకు వీలిచ్చును. ఇట్టి అధికీకరణ కటకమును చాక్షుష పరికరములలో అక్షికటకముగ తరచు వాడుక చేయుదురు.

**సంయుక్త సూక్ష్మదర్శని : (కాంపౌండ్ మైక్రోస్కోప్) :** అతిశయిత అధికీకరణము ఆవశ్యకమైనపుడు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శనిని వాడుక చేతురు. ఈ పరికరమందు రెండు అభిసారి కటకములు ఉండును (వ్యవహారములో ఇవి కటక సమ్మేళనములు గాని, ఏక కటకములు కావు). ఇందులో ఒకటి చాల తక్కువ నాభ్యంతరము గల వస్తుకటకము (ఆబ్జక్టివ్), రెండవది సాధారణ నాభ్యంతరముగల అక్షికటకము. వస్తుకటకము సూక్ష్మదర్శని నాభ్యంతరమందు వస్తువు కొంచెము పెద్దదిగా ఉండు యథార్థ బింబమును కల్పించును. ఈ బింబము తరువాత అక్షికటకముచే అధికీకృతమగును. ఇట్లు కంటికి గోచరించునది. చాల పెద్దదియగు మిథ్యా బింబము.

వస్తువు (PP') ను వస్తుకటక ప్రధాన నాభ్యంతరమునకు చాల ఆవలనఉంతురు. అప్పుడు QQ' అను యథార్థబింబము ఏర్పడును. ఈ బింబము సూక్ష్మదర్శని నాళము లోపల

నున్న ప్రదేశములో ఏర్పడును. దీని తెరపై గ్రహించుటకు వీలులేదు. ఇది తక్కిన యథార్థ బింబములవలె వస్తువు నుండి బయలుదేరు కాంతికిరణముల పరస్పర ఛేదబిందువుల వలన ఏర్పడును. ఈ బింబమును సరళ అధికీకరణ సాధనము వలె ఆచరించు అక్షికటకము ద్వారా పరీక్షింతురు. QQ′ అను యథార్థబింబము ప్రధాన నాభ్యంతరము $F_2$ లోపల ఉండునట్లు అక్షికటకము యొక్క స్థానమును మార్చవలెను. అందువలన చివరకు మనకు అగపడుబింబము RR′ అధికీకృత మిథ్యాబింబమై ఉండును. ఇది వస్తువునకు తలక్రిందు దిశలో ఉండును.

సూక్ష్మదర్శనివలన లభ్యమగు అధికీకరణము, అక్షికటకము, వస్తుకటకము ఈ రెండింటిచే ఉత్పాదితమైన అధికీకరణముల గుణిజఫలమగును.

$$\text{అనగా } \mu = \mu_o \times \mu_e = \frac{q}{p}\left(\frac{25 \text{ సెం.మీ.}}{f_e} + 1\right)$$

p, qలు వరుసగా వస్తువునుండి వస్తువుయొక్కయు మొదటి బింబముయొక్కయు దూరములు. $f_e$ అక్షికటకముయొక్క నాభ్యంతరము (ఈ దూరములు అన్నియు సెంటీ మీటరులలో కొలువబడును). వ్యవహారములో సూక్ష్మదర్శనివల్ల సాధ్యమగు గరిష్ఠ అధికీకరణము 1500 శ్రేణిలో ఉండును.

నేడు సూక్ష్మదర్శనియొక్క సామాన్య వర్ణనమును ఇచ్చుటకు వీలుపడదు. ఏలన అనేకవిధములగు విశిష్ట రచనలు విశిష్ట ప్రయోజనములు గల సూక్ష్మదర్శనులు వివిధ క్షేత్రములందు జరుగుచున్న పరిశోధనమార్గముల కనుగుణముగ సృజించబడుచున్నవి. అధికీకరణ సామర్థ్యము ఎలక్ట్రాన్ సూక్ష్మదర్శనిలో ఊర్ధ్వసీమను అందుకొనినది.

చాక్షుష సూక్ష్మదర్శని ఇటీవల, అవస్థాభేద శిల్పము (ఫేజ్ కాన్‌ట్రాస్ట్ టెక్నిక్)ను ఉపయోగించి ఎక్కువదక్షము గావించబడినది. ఇందొక మిథోఘట్టనమాపక తంత్రమును ఉపయోగించుట వలన పరీక్ష్యవస్తువు శరీరమందు కన్పట్టు వక్రీభవన గుణకమందలి అతిస్వల్ప వ్యత్యాసములు, బింబమందు ఔజ్జ్వల్య వ్యత్యాసముల రూపమున కన్పట్టును. ఈ ఉపాయమువలన వస్తువునకు రంగుపట్టించు ఆవశ్యకత లేకుండ జీవించియున్న వస్తువుయొక్క బింబమును సాధించవచ్చును. సినిమెటోగ్రాఫుతో దీని కలిపి, జీవి అభివృద్ధి జీవకణ విభజన ప్రక్రియ మొదలగు సాధారణ సూక్ష్మదర్శనితో సాధ్యముగాని సంఘటనల చిత్రించవచ్చును. ఈ అవస్థాభేద సూచక సూక్ష్మదర్శనిని ఇంకను అభివృద్ధి పరచుటకు శాస్త్రజ్ఞులు యత్నించుచున్నారు. మే.వ.న.

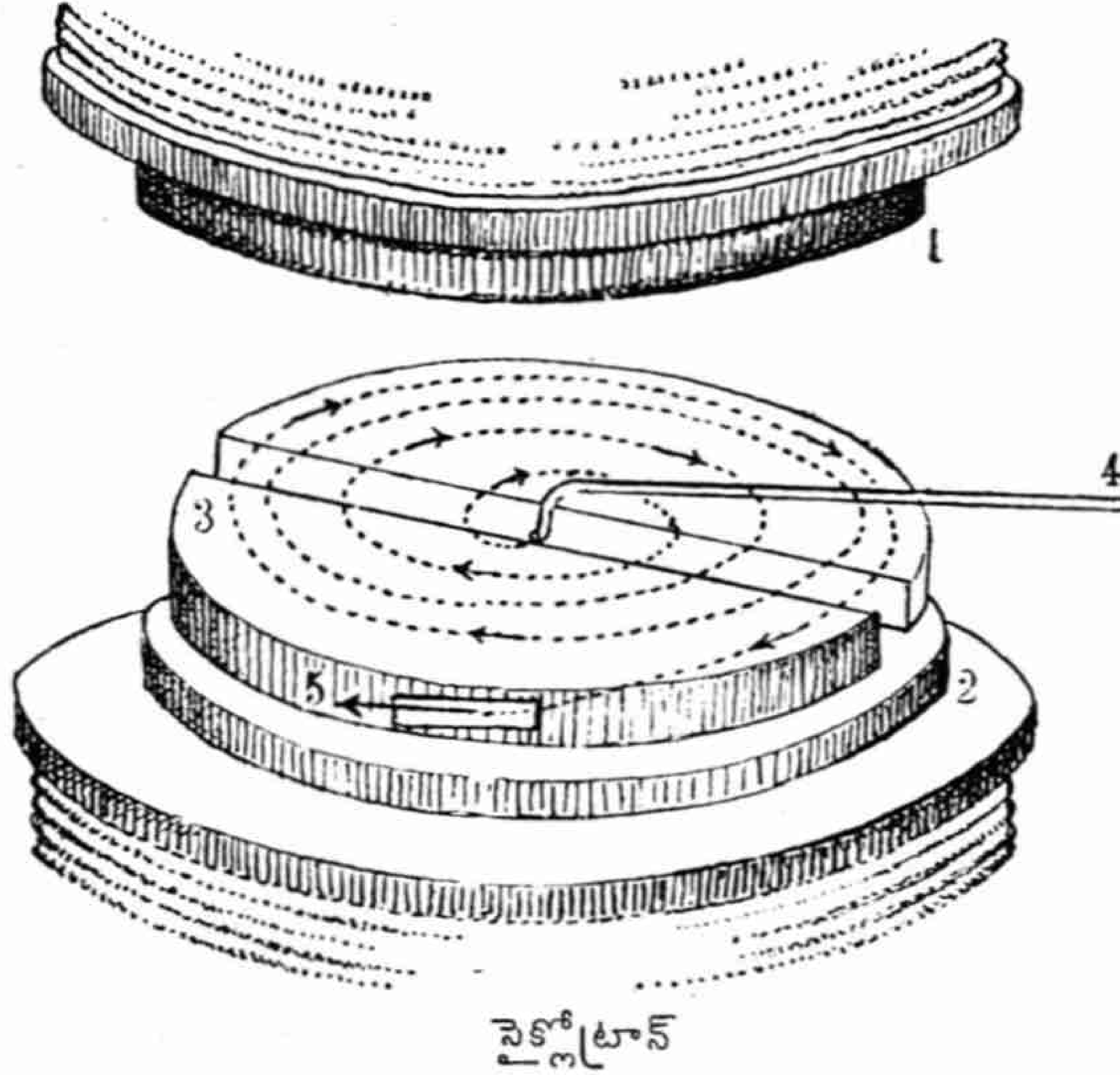
**సెల్యులోస్ :** చూ. కార్బోహైడ్రేట్‌లు, పంచదారలు - పు. 285.

**సైక్లోట్రాన్ (చాక్రికత్వరకము) :** 'ఫాన్‌డిగ్రాఫ్' స్థిర విద్యుదుత్పాదకమందు అత్యున్నత శక్మలను ఉపయోగించి α - కణమువంటి ధనవిద్యుదావిష్ట కణముల శక్తిని అధికము చేయుట జరుగుచున్నది. 'చాక్రికత్వరకము' అను ఇంకొక రకపు పరికరములో ప్రతిసారియు చాలతక్కువ శక్మను ఉపయోగించి కణమును అనేకవేల సారులు ఉత్తేజనమొనర్చుచో కొనకు కణము అతి శక్తిమంతమైనదిగ పరిణమించును. ఈ ఉపాయముచే స్థిరవిద్యుదుత్పాదకమందు వలె మిక్కిలి ఉన్నతమగు శక్మలను ఉపయోగించు అవశ్యకత తప్పినది. ఇది కారణముగ చాక్రికత్వరకము స్థిరవిద్యుదుత్పాదకముకన్న చాల ఇమిడిక గల పరికరము.

సమరూప అయస్కాంత క్షేత్రమునందు చలించుచున్న విద్యుదావిష్టకణము ఏదియైనను, దానిపూర్వపు మార్గమునుండి మళ్ళి, వర్తులమార్గమును పట్టునను సుప్రసిద్ధభౌతిక శాస్త్రనియమము చాక్రికత్వరకము యొక్క రచనకు మూలసూత్రము. కణముత్రొక్కు మార్గవృత్తముయొక్క వ్యాసదైర్ఘ్యము అయస్కాంత క్షేత్రబలము, కణముయొక్క వేగము-వీటి రెండింటిని పట్టి ఉండును. కణవేగము హెచ్చగు కొలది, కణము మార్గమందలివంపు తగ్గుచుండును. అనగా వృత్తపరిధి అధికమగుచుండును. అందుచే వర్తులమార్గపు మొత్తపుకొలత, కణవేగమునకు అనులోమముగ మారుచుండును. ఇది కారణముగ, వేగముగ చలించుచున్నను, మందముగ చలించుచున్నను కణము ఒకసారి వర్తుల మార్గమును చుట్టివచ్చుటకు పట్టుకాల వ్యవధిలో మాత్రము వ్యత్యాసము ఉండదు. ఈ విచిత్ర సంఘటనకు కారణమేమన, కణవేగముతో సమానముగ, దీని వర్తుల మార్గపరిధికూడ అధికమగుచుండును. అనగా వేగము, పరిధికొలత స్థిరానుపాతములో ఉండును. దీనిని జ్ఞప్తియందు ఉంచుకొనిన 'చాక్రికత్వరకము' యొక్క చర్యను ప్రక్కపుట (746) లోని చిత్రమువలన సులువుగ బోధపరచుకొన వచ్చును.

'చాక్రికత్వరకము' యొక్క రచనను, రెండు పెద్ద విద్యుదయస్కాంత ధ్రువముల (1, 2) మధ్యనున్న ఒక పలుచటి ధాతు 'డబ్బీగా' మనము నిరూపించవచ్చును. ఈ 'డబ్బీని' మధ్యకు సమముగ కోయగావచ్చిన (3) అను సగభాగములు 'D' అను ఇంగ్లీషుఅక్షరపు పోలికలో ఉండుటచే వీటికి 'డి' లని పేరు. విద్యుదయస్కాంతపు దౌడలమధ్య ఈ 'డి' లు కొంచెముఎడముగ ఒకే సమతలములో అమర్చబడి ఉన్నవి. ఈ రెండు సగభాగములును నియతపౌనఃపున్యము గల ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రేషమును ఇచ్చు

పరివర్తకముతో సంధించబడి ఉండును. అందుచే ఈ 'డి'లు ధన, ఋణ ఆవేశములను ఒకదానితరువాత ఒకటి త్వర త్వరగ, మారిమారి గ్రహించు చుండును. విద్యుదావిష్ట కణము ఏదియైనను 'డి' లోపల చలించునపుడు, 'డి'లో విద్యుత్ క్షేత్రము లేమిచే (డి అంతయు సమరూపావేశము కలిగిఉండుటచే అందు విద్యుత్ క్షేత్రము ఉండుట




సైక్లోట్రాన్

అసంభవము) ఆవరించియున్న విద్యుదయస్కాంత క్షేత్ర ప్రభావమున 'డి' లో కణము వర్తులమార్గమును అనుసరించును. కాని కణము తనవర్తుల పథములో ఒక 'డి' ని విడచి, ఇంకొక 'డి' ని ప్రవేశించినపుడు, రెండు 'డి' లకు మధ్యనున్న శక్మచిహ్నా మునుపట్టి కణవేగము అతిశయించుటయో, మందగించుటయో తటస్థించును. చాక్రికత్వరకము యొక్క చర్యను వివరముగ తెలిసికొనుటకు ఒక 'డి' లో ఒకద్వారముగుండా ప్రవేశపెట్టబడిన ఒక విద్యుదావిష్టకణ మార్గమును అనుసరింతము. ఒక 'డి' లోనికి ఆకణము ప్రవేశించినది అనుకొందము. అందుపైనున్న విద్యుదయస్కాంత ప్రభావముచే, కణము వర్తులమార్గమును స్వీకరించి దాని అర్ధవర్తులమార్గము ముగియుసరికి 'డి'ల మధ్యనున్న ప్రదేశములోనికి వచ్చును. ఈ క్షణమందు ఈకణము రెండు 'డి'ల మధ్యనున్న విద్యుత్ క్షేత్రమందు వేగాతిశయమును పొందుటకు వీలగునట్లు 'డి'ల విద్యుదావేశచిహ్నాలను పరివర్తకసహాయమున ఆకస్మికముగ మార్చగలుగుదుమేని, కణము అతిశయించిన వేగముతో రెండవ 'డి'ని ప్రవేశించును. అందీ అధికీకృతవేగముతో మరల మునుపటికన్న పెద్దదిఅగు అర్ధవర్తులమునుచుట్టి ఆ 'డి'నుండి 'డి'ల మధ్యనున్న ప్రదేశములోనికి మరల వచ్చుసరికి, 'డి'ల విద్యుదావేశచిహ్నాలను అనుగుణముగా మార్చిన మునుపటికన్న అధికమగు వేగముతో మొదటి 'డి'ని మరల ప్రవేశించును. ఇట్లు మరల మరల గావించినచో, ఈ కణము సతతము అతిశయించు వేగముతో 'డి'నుండి 'డి'కి మారినప్పుడెల్ల వేగము అధికమగుటయేగాక, దాని అర్ధవర్తులమార్గపరిధికూడ అధికమగుచుండును. దీనిఫలితముగ కణము 'డి'లలో సర్పిలమార్గమును అనుసరించును. కొనకు కణముయొక్క వర్తులమార్గవ్యాసార్ధము డబ్బివ్యాసార్ధముతో ఇంచుమించు సమానమైనపుడు కణము డబ్బిగోడలోనున్న చిన్నసందు (5) గుండా బయటకు దానిని ప్రయోగించుచోటికి నెట్టబడును. ఈ పరికరములో మనము కణమునకు ఈయగల గరిష్ఠశక్తి, అందు వాడుకచేసిన విద్యుదయస్కాంతపు పరిమాణము, బలము - వీటిని రెండింటిని పట్టి ఉండును. మే. వ. న.

**సోడియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము పరమాణ్వంకము 11; సంకేతము Na; పరమాణు భారము 22·991; విశిష్టగురుత్వము 0·97; ద్రవాంకము 97·7° C; క్వథనాంకము 883° C. దీనిఉనికిని 1807 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొన్నాడు. పారిశ్రామికరంగమున క్షారధాతువులలో సోడియమ్ ప్రసిద్ధిచెందినది.

ప్రాప్తి : భూమ్యుపరిభాగములో 97% ఆక్సిజన్, సిలికన్, మరి 6 ధాతువులచే నిర్మింపబడినది; సోడియమ్ ఈ ఆరు ధాతువులలో ఒకటి. సోడియమ్ యౌగికరూపమున భూపటలమున జలమునందు, జంతుపదార్థములందును, వృక్షపదార్థములందును కూడ కలదు. అంత విరివిగా లభ్యమగుటచే ఇదిలేని ద్రవ్యమేలేదని చెప్పనగును. సోడియమ్ చాలత్వరితగతిని నీటితోను, ఆక్సిజన్‌తోను సంయోగించుస్వభావము కలది కావున విడిగా దొరకదు. దీని యౌగికములలో క్రింద పేర్కొనినవి ముఖ్యములు.

సోడియమ్ క్లోరైడ్ (NaCl) : దీనికి వ్యవహారనామము ఉప్పు. ఇది సముద్రపునీటిలో కరగి ఉన్నది. అనాదికాలమందు సరస్సులు, సముద్రములు ఎండిపోవుటచేత భూతలమున అక్కడక్కడ ఉప్పుపాతరలు ఏర్పడినవి. అందు రాతిఉప్పు (రాక్ సాల్ట్) రూపమున సోడియమ్ క్లోరైడ్ విశేషముగా ఉన్నది. ఆస్ట్రియాలోని 'వీలిట్జికా' యందు ఇటువంటి లవణపుగని కలదు. దాని వైశాల్యము (500 × 200) 1,00,000 చదరపుమైళ్లు, మందము 1200 అడుగులు. మిగిలినవి ముఖ్యముగా ఇంగ్లండులోని చెషైర్, వార్సెస్టర్ షైర్, యార్క్‌షైర్ నందును, జర్మనీలోని స్టాస్ఫర్ట్ నందును, ఇండియాలో కూడ సింధు, రాజస్థాన్ లందు ఈ రాతిఉప్పుగనులు కలవు. దీనినే మనము 'సైంధవలవణము'

అనికూడ పిలుతుము. ఇది ఉప్పునీటి సరస్సులలోను, ఖనిజములలోను, నీటి బుగ్గలలోను మిక్కిలిగా ఉన్నది.

ప్రకృతియందు ఉప్పు చాలవిరివిగా దొరకును. సాధారణముగా సముద్రజలమందు 2·7% సోడియమ్ క్లోరైడ్ విలీనమైఉన్నది. మిగిలిన లవణములన్నియు కలిసి (మగ్నీషియమ్‌క్లోరైడ్ 0·36%; మగ్నీషియమ్‌సల్ఫేట్ 0·23%; కాల్సియమ్ సల్ఫేట్ 0·14%; పొటాసియమ్ క్లోరైడ్ 0·07%; కాల్సియమ్‌బైకార్బొనేట్ 0·028%; మగ్నీషియమ్‌బ్రోమైడ్ 0·00163%) సుమారు 0·83% మాత్రమే. భూమధ్య సముద్రములలో లవణములు ఇంతకంటె ఎక్కువ ఉండును. మధ్య ప్రాచ్యములోని డెడ్ సముద్రమునందు 22%-23% మొత్తము లవణములు- అందులో 9% మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్, 9% సోడియమ్ క్లోరైడ్ ఉండును. ఊటలయందు, లవణసరస్సులయందు ఇంకను అధికముగా లవణములు ఉండును. బాల్టిక్, నల్ల సముద్రములలో 1% తక్కువ సోడియమ్‌క్లోరైడ్ ఉండును; ఇందుకు కారణము, వాటిలోనికి ప్రవహించు మంచినీటి నదులు. రాజస్థాన్‌లోని సరస్సులన్నిటిలోనికి పెద్దదిఅగు సాంభార్ సరస్సు భారతదేశమునకు గావలసిన ఉప్పులో నాల్గవభాగమును ఉత్పత్తి చేయుచున్నది.

ఉష్ణమండలములలో సముద్రపునీటిని పెద్దఉప్పు మళ్ళలో సూర్యరశ్మితో ఇగురబెట్టెదరు. ఇటుల స్ఫటికీకరణమును చెందిన ఉప్పు 95% శుభ్రముగా ఉండును. మిగిలిన ద్రావణమును 'బిట్టరన్స్' అందురు. దీనిలో మగ్నీషియమ్ లవణములు, బ్రోమైడ్‌లు ఉండును. సోవియట్ రష్యావంటి శీతలదేశములలో సముద్రపునీటిని శీతలీకరించుటవలన నీటిని ఘనీభవింపజేసి ఉప్పును వేరుచేయుదురు.

రాతిఉప్పుగాక కొన్నిచోట్ల ఉప్పునీటిబుగ్గలుకూడకలవు. ఈ బుగ్గలలో సంతృప్తద్రావణము ఉండును. ఈ ద్రావణమును పెద్ద పెనములలో వేడిచేసి ఇగిర్చి ఉప్పును తయారు చేయుదురు. భూగర్భముననున్న ఉప్పునీటిని పైకి ఉబికించుటకుగాను భూమిలోనికి గొట్టములను దింపి పంపు చేయుదురు. ద్రావణరూపముననగాక ఉప్పు ఘనస్థితిని భూగర్భముననున్నచో గొట్టములలో నీరు పోయగా ఏర్పడిన సంతృప్తద్రావణమును పైకితోడుదురు. కొన్నిచోట్ల ద్రావణమును గాలితీసివేసినపాత్రలలో, స్ఫటికీకరించుటకు ఆరంభించువరకు, ఇగురబెట్టినచో సోడియమ్ క్లోరైడ్ స్ఫటికీకృతమై పరిశుభ్రముగా తయారగును.

ఉప్పు చెమ్మగిల్లి నీరగుట మనకందరకు తెలిసినవిషయమే. గాలి నుండి తేమను ఆకర్షించుశక్తిగల మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్ క్లోరైడ్‌లు ఇందుండుటయే దీనికి కారణము. సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌నకు ఈధర్మములేదు. పరిశుభ్రమైన సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌ను సిద్ధముచేయవలెనన్నచో ఉప్పును నీటిలో సంతృప్తద్రావణమగు వరకు కరగించి వడియగట్టి దానిలోనికి హైడ్రోజన్‌క్లోరైడ్ వాయువును పంపవలెను. శుద్ధమైనసోడియమ్‌క్లోరైడ్ స్ఫటికములుగా అవక్షిప్తమగును.

ఉప్పునీటిలోనున్న మగ్నీషియమ్, కాల్సియమ్ భాగములను తొలగించి ఆనీటిని ఇగురపెట్టగావచ్చిన ఉప్పు చెమ్మగిల్లదు. ఉప్పునీటిలో కొంచెము సున్నపుముద్దను కలిపినచో అందున్న మగ్నీషియమ్‌లవణములు హైడ్రాక్సైడ్‌గా అవక్షిప్తమగును. తర్వాత సోడియమ్‌కార్బొనేట్ లవణమును కొంచెము ఎక్కువగా ఆద్రావణమునకే కలిపినచో ఆ ద్రావణములోనున్న కాల్సియమ్‌కూడ అవక్షేపముగా ద్రావణమునుండి విడివడును. ఇప్పుడీద్రావణమును వడపోసి ఇగురబెట్టినచో శుద్ధమైన ఉప్పు లభ్యమగును. ఇదియే 'టేబిల్ సాల్ట్'.

ఉపయోగములు: ఉప్పు మన ఆహారమందు ప్రధాన ద్రవ్యము. ప్రతిమానవునకు ఏడాదికి 29 పౌనుల ఉప్పు సగటున కావలెను. ప్రపంచములో ఉత్పన్నమగు ఉప్పులో మూడవవంతు సాల్వే పద్ధతిని సోడియమ్‌కార్బొనేట్‌ను సిద్ధము చేయుటకు ముడిద్రవ్యముగా ఉపయోగపడుచున్నది. ఇదిగాక దాహకసోడా, రొట్టెలసోడా, సోడియమ్ ఫాస్ఫేట్, సోడియమ్‌సల్ఫేట్ మొదలయిన సోడియమ్ యౌగికములను, క్లోరిన్‌ను, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్‌ను చేయుటకు ఇది మొదటిద్రవ్యమై ఉన్నది. సబ్బుపరిశ్రమలో ద్రావణమునుండి సబ్బును అవక్షేపించుటకును, చేపలు, వెన్న, మాంసము మొదలయిన ఆహారపదార్థములను నిల్వజేయుటకును, వెండిని, రాగిని వాని ఖనిజములనుండి వేరుచేయుటకును, వస్త్రములకు రంగులు అద్దుటకును, శీతలీకరణపద్ధతియందును గూడ ఉప్పు వాడబడుచున్నది. సోడియమ్‌క్లోరైడ్ బంకమన్నులోని అల్యూమినా, సిలికా పదార్థములతో అధిక తాపక్రమమువద్ద సంయోగించి ఏర్పడు సోడియమ్ అల్యూనియము సిలికేట్ అను ఒక యౌగికము పింగాణి మొదలైన మృణ్మయపాత్రలను మెరుగుపెట్టుటకు ఉపయోగించును.

సోడా: దీనిరాసాయనికనామము సోడియమ్ కార్బొనేట్ ($Na_2CO_3$, $10H_2O$). గండశిలలు శిథిలములైనప్పుడు వానియందలి సోడా ఫెల్డ్‌స్పార్ లేదా ఆల్బైట్ ($NaAlSi_3O_8$) వంటి ఖనిజములు గాలియందలి కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌చేతను, వర్షమువలనను విచ్ఛేదనమును చెంది సోడియమ్ కార్బొనేట్ ఏర్పడును. ఇది వర్షపునీటియందు కరగిభూమధ్య సముద్రములలో గాని, లవణ సరస్సులలో

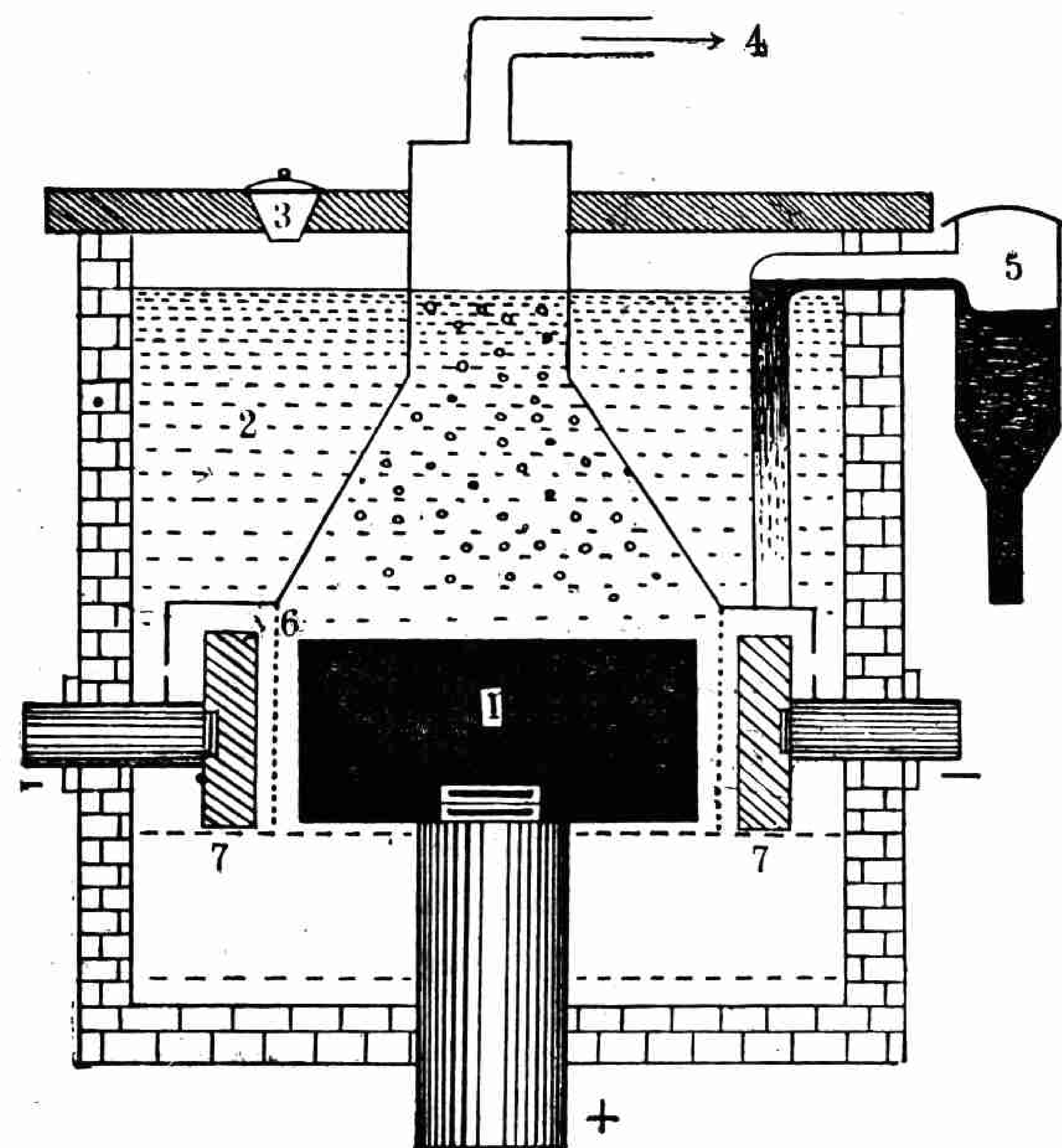
గాని చేరును. ఈసరస్సులలో ముఖ్యమైనవి బ్రిటిష్-తూర్పు ఆఫ్రికాలోని 'మగది' సరస్సు, ఉటాలోని లవణ సరస్సు. 'మగదిసరస్సు' వైశాల్యము 100 చదరపుమైళ్లు. ఇది దాదాపు పూర్తిగా స్ఫటికీకరణము చెందినసోడాతో నిండి ఉన్నది. స్వతస్సిద్ధమగు ఈ సోడాను 'నాట్రాన్' అందురు. యునైటెడ్ స్టేట్స్‌లో సహజసిద్ధమగు సోడా అంతయు కాలిఫోర్నియా లోని 'యోయన్', 'సెర్లీ' సరస్సులనుండి వచ్చుచున్నది.

చిలీ నైట్రేట్ : దక్షిణఅమెరికాలోని చిలీ, పెరూ దేశముల మధ్యగల ఎడారిప్రదేశములందు చాల విశాలమైన లవణములపాతరగలదు. దీనిని 'చిలీపెట్లుప్పు' లేదా 'చిలీ నైటర్' అనియు, 'కాలిషన్' అనియు అందురు. ఇందు కొంత వెలిగారము, సోడియమ్ అయిడేట్ కూడ గలవు.

క్రయొలైట్ ($Na_3AlF_6$) : ఇది సోడియమ్ అల్యూమినియముఫ్లోరైడ్; గ్రీన్‌లాండ్‌లో దొరకెడు ఒక ముఖ్యమైన ఖనిజము.

టింకాల్ ($Na_2B_4O_7$, 10 $H_2O$) : సహజముగా లభించు వెలిగారము. ఇండియా, కాలిఫోర్నియా, టిబెట్టు దేశములలో ఇది విరివిగా దొరకును.

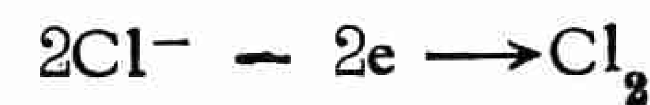
సోడియమ్ ధాతుసాధన - పారిశ్రామిక పద్ధతి : డౌను ఘటము ఒక ఉక్కుపాత్ర. దానిలోపల పొర అగ్నినిరోధకమైన ఇటుకలతో చేయబడును. పాత్రలో ద్రవీభవించిన సోడియమ్ క్లోరైడ్‌నుఉంచి, అందులో కొంతకాల్సియమ్, బేరియమ్ క్లోరైడ్‌లుగాని, ఫ్లోరైడ్‌లుగాని కరగింతురు. ఇందుమూలమున సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రవాంకము 800·4°C నుండి 600°C వరకు తగ్గును. పాత్ర క్రిందనుండి లోనికి చొచ్చియున్న గ్రాఫైట్‌కడ్డీ (1) ధనధ్రువము, ఇనుపకడ్డీలు (7, 7)ఋణధ్రువములు. క్లోరీన్‌ను ప్రోగు చేయుటకు గుమ్మటమువలెనుండు ఒక కలశమును ధనధ్రువముపైని బోర్లింతురు. క్లోరీన్ ఒక గొట్టము (4) గుండా పైకెగయును. సోడియమ్ ఋణధ్రువమునుండి బయలుదేరి ఒక గొట్టములోనుండి వెడలి ఒకపాత్ర (5) లో కూడును. ధనధ్రువముమీద బోర్లించిన కలశమునకు రెండు '6' అను ధాతునిర్మితమైన తెరల తగిలించుటచేత ధనఋణధ్రువముల వద్ద ఉత్పత్తియైన క్లోరీన్, సోడియమ్‌లు ఒకదానితో ఒకటి కలియలేవు:




1. ధనధ్రువము ; 2. సోడియమ్‌క్లోరైడ్‌ద్రవము ; 3. మూత ; 4. క్లోరీన్ బయటికిపోవుటకు దారి ; 5. సోడియమ్‌సంగ్రహణ పాత్ర ; 6. తెరలు ; 7, 7. ఋణధ్రువములు


$$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$$


$$Na^+ + e \longrightarrow Na$$


$$2Cl^- - 2e \longrightarrow Cl_2$$

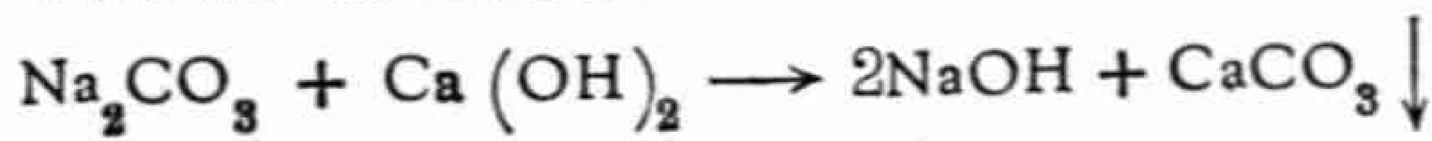
ఈ సాంకేతికమునందు కనబడు 'e' అనునది విద్యుత్తు యూనిట్‌నకు గురుతు.

ఉపయోగములు : ఒకప్పుడు అల్యూమినియమును ఉత్పత్తిచేయుటకు సోడియమ్ ఉపయోగపడెడిది. ప్రపంచములో ఉత్పత్తియైన సోడియమ్‌లో 50% 'లెడ్‌టెట్రా ఎతిల్ *' అను యౌగికమును జేయుటకును, 40% వెండిని, బంగారమును, వానిఖనిజములనుండి తీయుటకు కావలసిన సోడియమ్ సైనైడ్‌ను చేయుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. మిగిలినది నీలిమందు, సోడియమ్‌పెరాక్సైడ్ మొదలైన ద్రవ్యములు చేయుటకు 'ఐసొప్రీన్' అను కార్బన్ యౌగికమును కృత్రిమ రబ్బరుగా మార్చుటకు, ప్రేరకముగా వాడుటకు ఉపయోగ పడుచున్నది. ఇటీవల యునైటెడ్‌స్టేట్స్‌లో సోడియమ్ ఆవిరిదీపములతో పురవీధులను వెలిగించుచున్నారు; ఇవి, టంగ్‌స్టన్ తీగ దీపము లోపల గాలిని పూర్ణముగా తీసివేసి సోడియమ్‌ను, నీయాన్ వాయువును నింపిన దీపగోళములు. అన్ని క్షారధాతువుల వలె సోడియమ్ కూడ 'ఫోటోఎలక్ట్రిక్' ధర్మము గలది కావున కాంతి ఘటములలో దీనిని వాడుదురు (చూ. కాంతి విద్యుత్‌ఘటములు - పు. 253). శోధనాగారములో 'ఈతర్' మొదలైన రాసాయనిక ద్రవ్యములను నిర్జలీకరించుటకు ఉపయోగించెదరు.

* పెట్రోలు ఇంజను పనిచేయునపుడు కొట్టుకొనకుండ చేయుటకు పెట్రోలులో కలుపు సీసకార్బన్ యౌగికము.

దాహకసోడా పరిశ్రమ : దాహకసోడాను ఇంగ్లీషులో సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ (NaOH) అందురు. దాహక సోడా పరిశ్రమ పెక్కుతెరగుల ఉన్నది. సోడియమ్ కార్బొనేట్ (చాకలిసోడా) నుండిగాని, నిత్యగృహకృత్యములకు వాడెడి ఉప్పునుండిగాని దీనినిఉత్పత్తి చేయవచ్చును. సుమారు 9 లక్షల టన్నుల దాహకసోడా ఏటేట ఉత్పత్తి అగుచున్నది.

గాసేజి పద్ధతి : ఈ పద్ధతియందు చాకలి సోడానుండి దాహకసోడాను ఉత్పత్తిచేయుదురు. ఒకఇనుప తొట్టెలో 10% సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణము తీసికొని, దానికి కావలసిన దానికంటె కొంచెముఅదనముగా ముద్దసున్నము కలిపి, నీటిఆవిరిచే 85°C వరకు వేడిచేయుదురు. వేడిచేయుచున్నంతకాలము దీనిని మంథనయంత్రములతో చిలుకుదురు. మధ్యమధ్యను తేరినద్రవము తీసి దానిలో ఇంకను సోడియమ్‌కార్బొనేట్ కలదేమో అని పరీక్షింతురు. అది లేనిచో మార్పు పూర్తియైనది కావున ద్రావణమును తేరబెట్టి క్రిందికి దిగిన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ నుండి తేరిన ద్రావణమును వేరుపరతురు.

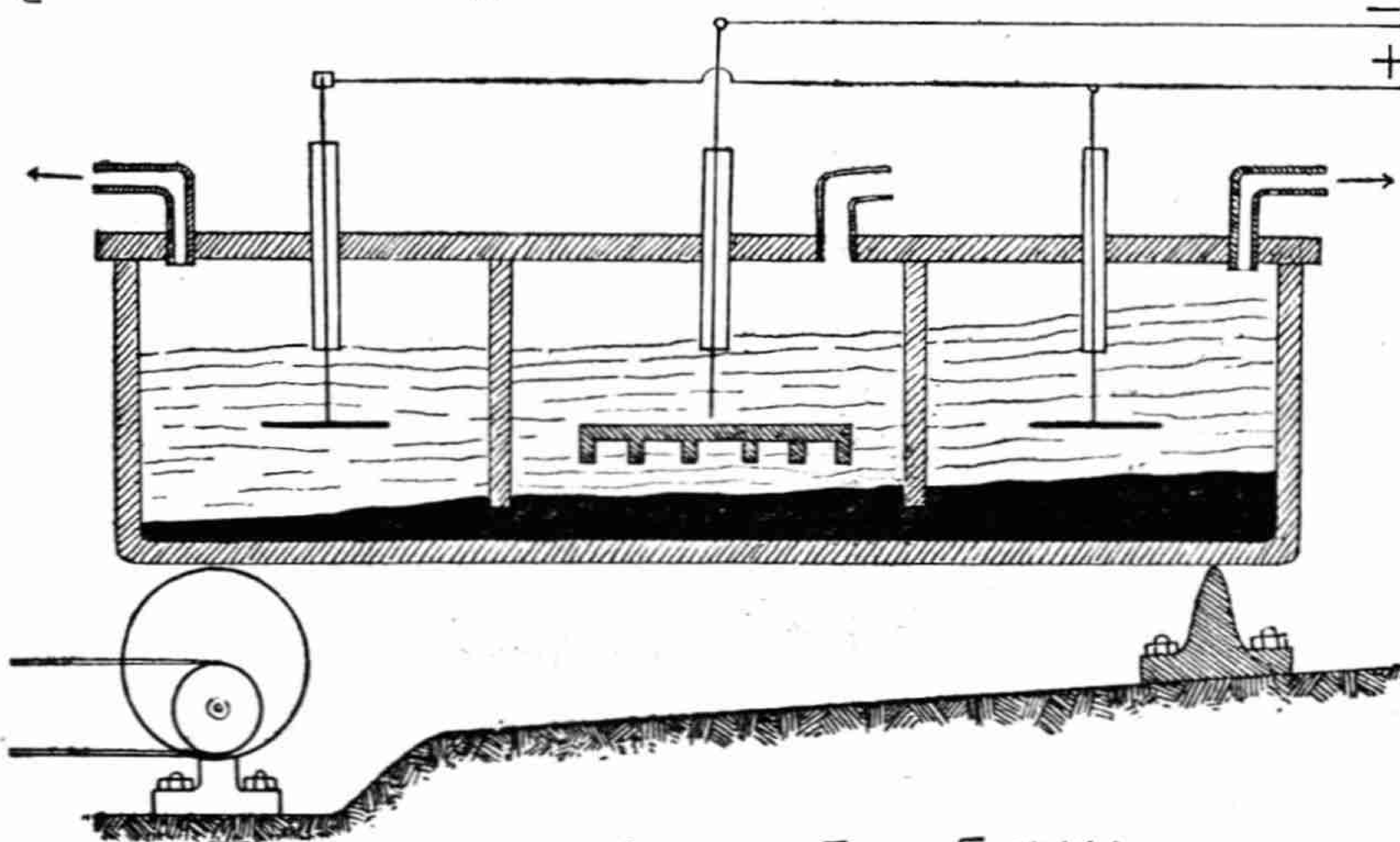


$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NaOH + CaCO_3 \downarrow$$

అవక్షిప్తమైన కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ను కూడ దాహకసోడా పోవువరకు శుభ్రముగ నీటితోకడిగి సోడాను సంగ్రహింతురు. ద్రావణమును 50% గాఢత వచ్చువరకు గాలి తీసివేసిన పాత్రలోను, చివరకు ఇనుపపాత్రలో ఇగురబెట్టెదరు. మిగిలిన జలమును పూర్తిగా వెడలగొట్టుటకు కావలసిన తాపక్రమము దాహకసోడా ద్రవాంకము కంటె ఎక్కువ కాన చివరకు దాహక సోడా ద్రవరూపమున మిగులును. దీనిని కణికలుగా గాని, బిళ్ళలుగా గాని పోత పోసి ఇనుప పీపాలలో ఎగుమతి చేయుదురు.

ఉప్పునుండి దాహకసోడాను ఉత్పత్తిచేయుట: సోడియమ్ క్లోరైడ్ ద్రావణములోనికి విద్యుత్తును ప్రసరింపజేసినపుడు అది సోడియమ్, క్లోరిన్ గావియోగము చెందును. సోడియమ్ ఋణధ్రువమునొద్ద జనించి అచ్చటనున్న నీటిని విశ్లేషించుటచేత సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్, హైడ్రోజన్ ఏర్పడును. క్లోరిన్ ధన ధ్రువమునొద్ద జనించి వాయురూపమున పైకివెడలును. క్లోరిన్ దాహకసోడాతో ప్రతిక్రియ సలుపకుండుటకును, క్లోరిన్ హైడ్రోజన్ల దారుణ సంయోగము నిరోధించుటకును ధన, ఋణ ధ్రువముల రెండింటిని సందులులేని వేరువేరు గదులలో ఉంచవలెను.

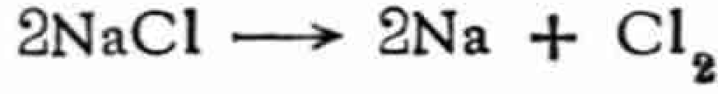
అట్టిజాతికి చెందినవే పాదరసము ఋణధ్రువముగా గల ఘటములు. ఒక సిమెంటుతొట్టె తీసికొని దాని అడుగుభాగమున కొంత మందము వరకు పాదరసమును ఉంచెదరు. పాదరసముమీద తేలుచు తొట్టి అడుగుభాగమున తాకకుండ రెండుబలపపు రాతిపలకలు నిట్టనిలువుగ అమర్చుటచేత తొట్టె మూడుగదులుగ విభజింపబడును. చివరగదుల రెండింటిని చిక్కని ఉప్పుద్రావణముతోను, మధ్య గదిని కొంచెము దాహక సోడాకలిపిన నీటితోను నింపుదురు. కార్బన్ ధన ధ్రువములను చివరిగదులలోను, కొన్ని ఇనుప కడ్డీలను ఋణధ్రువముగ మధ్యగదిలోను అమర్తురు. పాదరసముగూడ ఋణధ్రువముగా పనిచేయును. పాదరసము ఇనుప కడ్డీల మార్గమున 90%, 10% ఘటమునకు వెలుపల సమాంతరముగా అమర్చిన నిరోధము గుండాను విద్యుత్తు ప్రసరించును. క్లోరిన్ చివర గదులలో జనించి మట్టిగొట్టముల గుండా బయటకు పోవును. క్లోరిన్ ఒత్తిడికి గురిచేసిగాని, శీతలీకరించిగాని, ద్రవీభవించి ఉక్కు సిలెండర్లలో ఎగుమతి చేయుదురు.



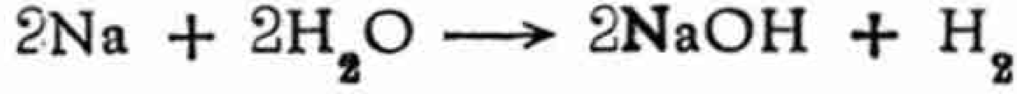

కాస్టిక్ సోడా తయారుచేయు కాస్ట్నర్, కెల్నర్ పరికరము

సోడియమ్ కూడ చివరగదులలోనే ఉద్భవించి, అక్కడి పాదరసముతో సోడియమ్ రసమిశ్రముగా మారును. ఇప్పుడు క్రింద అమర్చిన చక్రములమీద తొట్టెను ఉయ్యాలవలె ఊచి చివరగదులలోని సోడియమ్ రసమిశ్రమును మధ్య

గదిలోనికి వచ్చునటుల చేయుదురు. ఈ మిశ్రము ఆ గది లోని నీటిని విశ్లేషించునటులచేసి దాహకసోడా ద్రావణముగ మారును; హైడ్రోజన్ గొట్టము ద్వారా పైకి పోవును. హైడ్రోజన్, క్లోరిన్‌వాయువులు ఈ విధానమున లభించిన అమూల్యమైన ఉపఫలములు:



$$2NaCl \longrightarrow 2Na + Cl_2$$



$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

శుభ్రపరచుట: ఏవిధానమున సిద్ధము చేసినను దాహక సోడాను మధ్యద్రావణమునుండి పునఃస్ఫటికీకరణము చేసి శుభ్రపరతురు.

దాహకసోడా-శోధనాగారపద్ధతి: ఇందు నీటిపై సోడియమ్ ధాతువుయొక్క చర్యవలన దాహకసోడా ద్రావణమును ఉత్పత్తి చేయుదురు. ఈ చర్య బహు దారుణము కావున సోడియమ్‌ను రసముతో మిశ్రముగావించి సోడియమ్‌నకు బదులుగా ఆ మిశ్రమును వాడుటఅవసరము.

ధర్మములు: సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ తెల్లని స్ఫటికములుగ ఉండును. దీనికి చెమ్మగిల్లెడి స్వభావము కలదు. ద్రవాంకము 318·4° C; విశిష్టగురుత్వము 2·13; ఇది నీటిలో తేలికగా కరగును; తాకుటకు జిడ్డుగా ఉండును; చర్మమును తాకిన పుండ్లుబడును. ఇది వృక్ష ద్రవ్యములను జంతుద్రవ్యములను తేలికగా విచ్ఛిన్నము చేయును. గాఢ క్షారములలో ఇది ఒకటి.

ఉపయోగములు: జంతు, వృక్షతైలముల నుండియు, క్రొవ్వులనుండియు సబ్బులను చేయుటకు ఇది ముఖ్యముగా ఉపయోగపడుచున్నది. ఇదిగాక అలిజరిన్ వర్ణద్రవ్యము ఉత్పత్తి చేయుటకును, నూలును మెర్సిరైజ్ చేయుటకును, కాగితముల పరిశ్రమయందును, కృత్రిమ పట్టును ఉత్పన్నము చేయుటకును అస్థులనుండి మాంసమును తొలగించుటకును, జీవశాస్త్ర శోధనాగారములలోను, నూలుబట్టల రంగులను తీసివేయుటకు ఫీనోల్, ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్ చేయుటకు, అల్యూమినియము ధాతుసాధన పరిశ్రమయందు బాక్సైట్‌ను శుభ్రపరచుటకును, సోడియమ్ ధాతువును ఉత్పత్తిచేయుటకును, భూమినుండి తీసిన పెట్రోలునకు దుర్వాసన ఇచ్చు గంధకపుయౌగికముల తొలగించి దానిని శుభ్రపరచుటకును వాడబడుచున్నది; గృహపరికరములను అంటుకొనిన జిడ్డునుగాని, చమురును గాని పోగొట్టుటకు కూడ వాడవచ్చును.

సోడియమ్ పెరాక్సైడ్ ($Na_2O_2$): సోడియమ్ గాలిలో గాని, ఆక్సిజన్ వాయువులోగాని మండినపుడు సోడియమ్ పెరాక్సైడ్ ఏర్పడును:



$$2Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$$

ఇది పసుపురంగుగల ఘనద్రవ్యము. జలసంపర్కమునే విఘట్టనముచెంది ఆక్సిజన్, దాహకసోడాగా విడిపోవును:



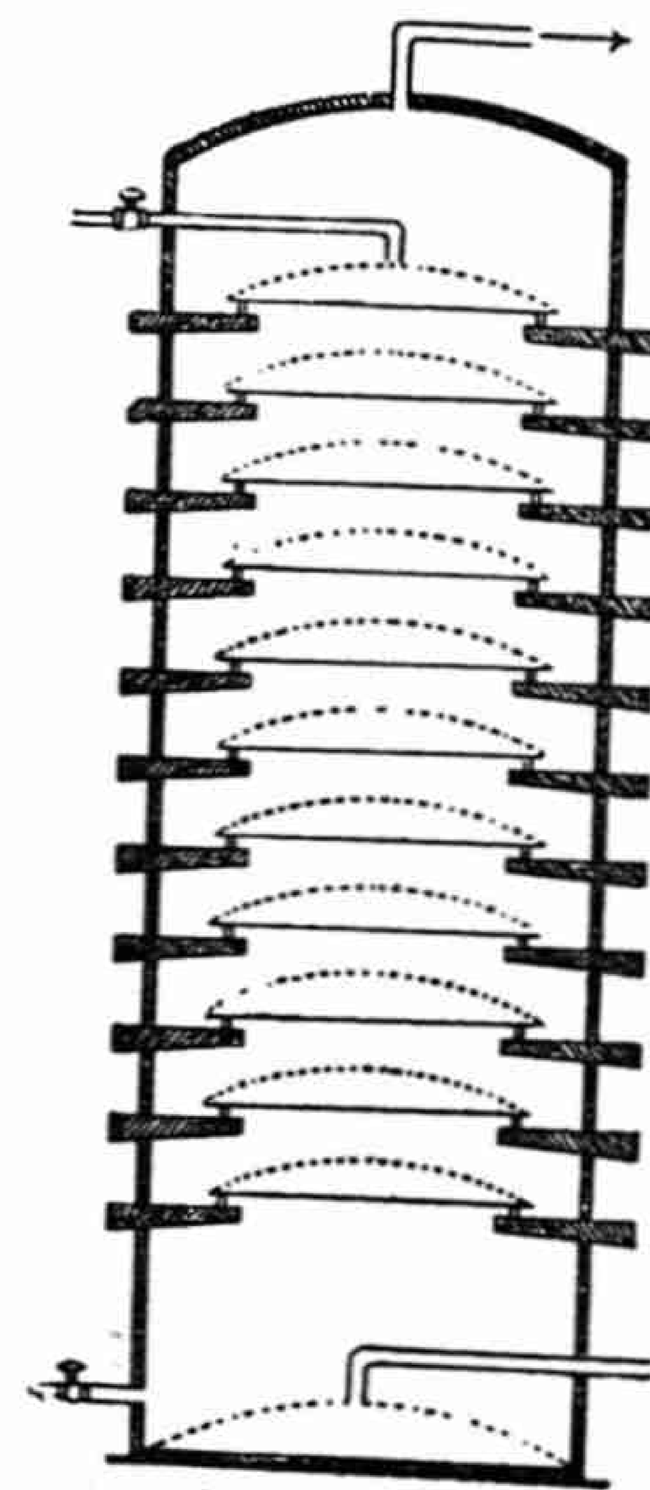
$$2Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4NaOH + O_2 \uparrow$$

ఉపయోగములు: సున్నితమైన ఉన్ని, పట్టు, నూలు, గుడ్డలను ధవళపరచుటకు దీనిని ఆమ్లముతో కలిపి వాడుదురు. జలాంతర్గాములు మూసికొనిఉన్న కారణముచేత వానిలో విశేషముగా కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువు ప్రోగుపడును కాన కార్బన్ డైఆక్సైడ్‌ను తీసికొని ఆక్సిజన్ విడుదలచేయుటకు కూడ ఇది ఉపయోగపడుచున్నది.

చాకలి సోడా: దీని రాసాయనికనామము సోడియమ్ కార్బొనేట్ ($Na_2CO_3$, 10 $H_2O$). అతి ముఖ్యములగు సోడియమ్ యౌగికములలో ఇది ఒకటి. దీనినే బట్టలను చలువచేయుటకు చాకలి ఉపయోగించును. కాన చాకలి సోడాఅనియు, చలువసోడా అనియు దీనికి పేర్లు గలవు. సహజముగ ఘనస్థితిలోను, ద్రావణరూపమునను ఇది దొరకును. ప్రస్తుతము సోడా అంతయు చాల భాగము ఉప్పునుండి తయారగుచున్నది.

సాల్వే అమోనియా సోడా విధానము: ప్రస్తుతము ఈ పద్ధతి చొప్పుననే చాలవరకు సోడా ఉత్పత్తి అగుచున్నది. దీనికి కావలసిన ముడిద్రవ్యములు ఉప్పుద్రావణము, అమోనియా, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వాయువు. ఈ విధానమున మూడు దశలు గలవు:

1. భూగర్భస్థమైన ఉప్పుసంపత్తినుండి బయలువెడలు ద్రావణమునుగాని, రాతిఉప్పునైనను, సముద్రపుఉప్పునైనను నీటిలో కరగించుటచే ఏర్పడిన సంతృప్త ద్రావణమునుగాని ఈ విధానమున ముడిద్రవ్యముగా వాడవచ్చును. తొలుత సోడానుగాని, సున్నమును గాని ద్రావణమునకు కలిపి మాలిన్యములగు కాల్సియమ్, మగ్నీషియమ్ లవణములను అవక్షేపించి ద్రావణమును శుభ్రపరతురు. ఈ శుభ్రద్రావణమును 'అమోనియా అబ్సార్బర్' అను శిఖరము పైనుండి సన్నని ధారగా విడుతురు. అడుగునుండి అమోనియా వాయువును ఆ శిఖరములోనికి



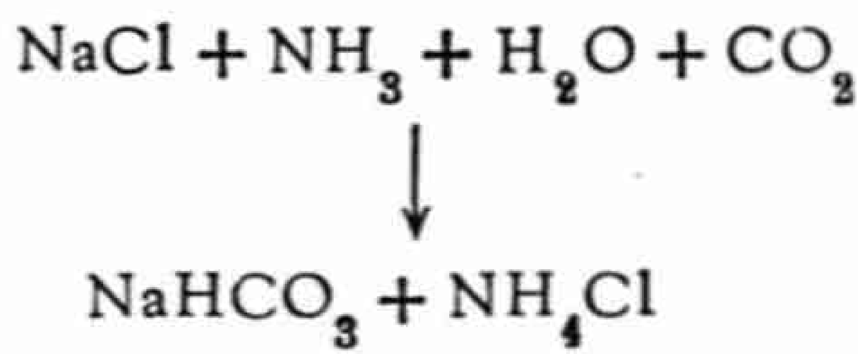
పోనిత్తురు. గొడుగులవలెనుండు అవరోధములను దాటుచు ద్రావణము ఆ శిఖరము క్రిందికి జారునపుడు అమోనియా వాయువు దానిలో బుడగలవలె చొచ్చి అందు లీనమగును. తుదకు ఆ రెండింటి మిశ్రమము సంతృప్తద్రావణము అగును.

2. సున్నపుబట్టీలలో సున్నపురాతిని బాగుగా కాల్చిన ఎడల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు ఉత్పత్తి అగును; పొడిసున్నము మిగులును :



$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

ఈవాయువుచే సాల్వే శిఖరమునందు పై విధముగా ఏర్పడిన ద్రావణమును సంతృప్తపరచినప్పుడు సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ ఏర్పడును :



$$NaCl + NH_3 + H_2O + CO_2 \downarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$$

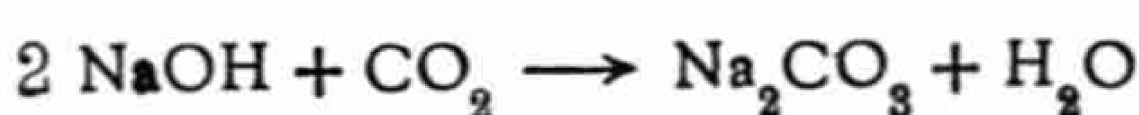
సాల్వేవిధానమున అమోనియమ్‌క్లోరైడ్ ద్రావణము, పొడిసున్నము, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌లు ఉపద్రవ్యములుగా మిగులును. సోడియమ్‌కార్బొనేట్‌కంటె అమోనియా మిక్కిలివిలువకలది కావున సాధ్యమైనంతవరకు అమోనియాను తిరిగి ఉపద్రవ్యములనుండి సంపాదింప ప్రయత్నింతురు. ఉపద్రవ్యము లైన అమోనియమ్‌క్లోరైడ్ ద్రావణము పొడిసున్నముతో కలిపి వేడిచేసి అమోనియావాయువును తిరిగి తయారుచేయుదురు :



$$CaO + 2\ NH_4Cl \longrightarrow CaCl_2 + 2\ NH_3 + H_2O$$

దీనిని మరల ఈవిధముననే వాడుదురు. మొత్తమున కొలదిగ అమోనియా తగ్గును. ఒక్కొక్కటన్ను సోడియమ్ కార్బొనేట్‌నకు కొలదిపౌనుల అమోనియా మాత్రమే క్రొత్తగా కలుపవలసి ఉండును. సోడియమ్ బై కార్బొనేట్‌ను వేడిచేయుటవలన, సోడియమ్‌కార్బొనేట్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ లభించును. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును మరల సాల్వేశిఖరమున ఉపయోగింతురు. ఇటుల ప్రతి ద్రవ్యమును రద్దుపోకుండ ఏదియోవిధమున ఉపయుక్తమగును. కాబట్టి సాల్వేవిధానమునకు అంత ప్రాముఖ్యము కలిగినది.

విద్యుత్కరణ విధానము : ప్రస్తుతము విద్యుత్కరణము మూలమునగూడ సోడియమ్‌కార్బొనేట్‌ను ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు. దాహకసోడాను సిద్ధముచేయు విభాజక ఘటములలో పైతొట్టెలోనికి అవిరితోబాటు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌వాయువును కూడ పంపినచో సోడియమ్ కార్బొనేట్ ఏర్పడును :



$$2\ NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

ధర్మములు : సోడియమ్‌కార్బొనేట్ శీతలదేశములలో పారదర్శకమగు స్ఫటికములుగా ఉండును. గాలిలో ఉంచిన అవి తొమ్మిదిఅణువులస్ఫటికజలమును గాలిలోనికివదలి ఒకఅణువుజలముమాత్రము గల తెల్లని చూర్ణముగా మారును.

ఉపయోగములు : సోడియమ్‌కార్బొనేట్ గాజు పరిశ్రమలో ముడిద్రవ్యముగను, దాహకసోడా, రొట్టెల సోడా మొదలైన ఇతరములగు సోడియమ్‌యౌగికములను సబ్బులను ఉత్పత్తిచేయుటకును, నూలుబట్టలరంగును తీసివేయుటకును, కఠినజలమును మృదుజలముగా మార్చుటకును, పెట్రోలును శుభ్రపరచుటకును ఉపయోగపడుచున్నది. నిర్జలసోడియమ్‌కార్బొనేట్‌ను ఆయతనాత్మక విశ్లేషణమునందు ప్రమాణద్రవ్యముగా వాడుదురు (చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము : ఆయతనాత్మక విశ్లేషణము-పు. 696).

రొట్టెల సోడా (బేకింగ్ సోడా): దీనికి సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ ($NaHCO_3$) అని సాంకేతిక వ్యవహారము. దీనిని సాధారణముగా అందరి ఇండ్లలోను వంటకు ఉపయోగింతురు. రొట్టెలుగాని, అప్పడములుగాని పొంగవలెనన్న సోడా అవసరము. ఇది తెల్లనిచూర్ణము. నీటిలో ఎక్కువగా కరగదు. సెస్క్వికార్బొనేట్ ($NaHCO_3$, $Na_2CO_3$) రూపమున సహజముగా సరస్సులందు దొరకును.

సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ సాల్వేవిధానమునందు సోడియమ్ కార్బొనేట్‌కంటె ముందుగనే ఉత్పన్నమగును. శోధనాగారమున తయారుచేయవలెనన్నచో చాకలిసోడాను నీటిలో సంతృప్తద్రావణము గావించి అందులోనికి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను పంపవలెను. సోడియమ్ బై కార్బొనేట్ అవక్షిప్తముగ క్రిందకు దిగును. 15°C వద్ద చాకలిసోడా ద్రావణీయత 68%. సోడియమ్‌కార్బొనేట్ ద్రావణీయత 91%; ఇది అమ్లలవణమైనను దీని ద్రావణమునకు క్షారధర్మము కలదు (చూ. విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము - II : జలవిశ్లేషణము - పు. 667).

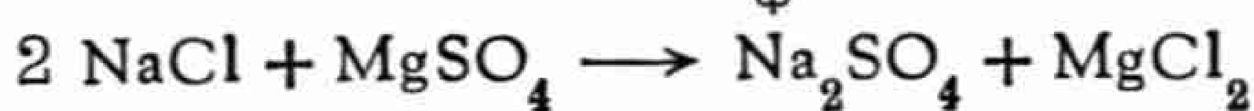
ఉపయోగములు : సోడియమ్ బై కార్బొనేట్‌ను బేకింగ్ పౌడరులు, సైడ్లిట్జ్ (విరేచనకారి) చూర్ణములు చేయుటకును, అగ్నినిర్వాపకములలోను, జఠరకోశమున ఉండు అమ్లతను పోగొట్టుటకు వైద్యమునందును, కొన్ని మందులలోను, తోలుసామానులు చేయుటకును ఉపయోగింతురు.

బేకింగ్ పౌడరులలో ఒక అమ్లద్రవ్యము ఒక లవణాధార ద్రవ్యముండును. పొటాసియమ్ బైటార్ట్రేట్ (లేదా టార్టార్ క్రీమ్) గాని, కాల్సియమ్ ప్రైమరీఫాస్ఫేట్‌గాని, పటిక

గాని ఆమ్లపదార్థమై ఉండును. సోడియమ్ బైకార్బొనేట్ లవణాధారద్రవ్యమై ఉండును. జలసంపర్కమువలన ఈ రెండు ద్రవ్యములు ప్రతిక్రియనొందుటచేత కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ జనించును. దీనిని వాడుటచే రొట్టె వాయుపూరితమై ఉబుకును. సైడ్లిట్జ్ చూర్ణములను విరేచనకారిగా వాడుదురు. జ్వాలానిర్వాపకములలో సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణము, సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ ను వేరువేరుగా ఉండును. అవసరమైనప్పుడు ఈ యంత్రమును నేలకుగాని, గోడకుగాని కొట్టినచో ఆమ్లమున్న బుడ్డి బ్రద్దలై ఈ రెండు ద్రవ్యములు కలియుటచేత కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ కొంత ఒత్తిడిలో ఉద్భవించి నీటితో కలసి పైకి బుస్సుమనివచ్చి మంటను ఆర్పును (చూ. అగ్ని నిర్వాపకములు - పు. 124).

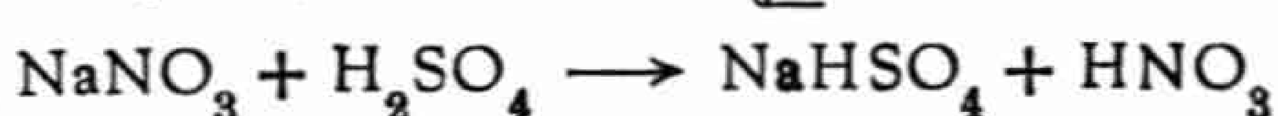
సోడియమ్ సల్ఫేట్ (గ్లాబరులవణము): దీని రాసాయనిక సాంకేతికము $Na_2SO_4,10H_2O$. ఉప్పు నుండి హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్ ను సిద్ధము చేయు పరిశ్రమయందు ఉపఫలముగా ఇది లభ్యమగును.

స్ట్రాస్ఫర్ట్ నందలి లవణసముదాయములోనిదగు రాతి ఉప్పును, 'కీసరైటు ($MgSO_4$, $H_2O$)' ను కలిపి నీటిలో కరగించి ఆద్రావణమును 3°C వరకు శీతలీకరించినచో సోడియమ్ సల్ఫేట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును. కావున నే శీతకాలమందు కొన్నిచోట్ల ఉప్పు నీటిబుగ్గలనుండి ఇది స్ఫటికీకరణముచెంది వేరగుట తటస్థించును.


$$2\,NaCl + MgSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + MgCl_2$$

ఉపయోగములు : ఇది గాజుపరిశ్రమలో ముడిద్రవ్యముగను వైద్యములో విరేచనకారిగను ఉపయోగపడుచున్నది.

సోడియమ్ బైసల్ఫేట్ ($NaHSO_4$, $H_2O$) : చిలీపెట్లుప్పు నుండి నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను ఉత్పత్తిచేయు పరిశ్రమలో ఉపఫలముగా ఇది లభించును. దీనిని నైటర్ కేక్ అందురు.

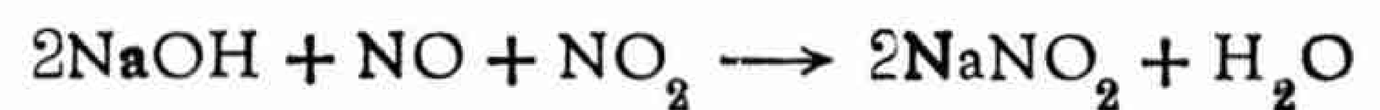

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

సోడియమ్ నైట్రేట్ ($NaNO_3$) : చిలీదేశములో సముద్ర తీర ప్రాంతమునందలి వర్షాధారములేనిప్రదేశములందు విశేషమైనఒకజాతి ఖనిజసంపత్తి కలదు. ఇది చిలీ 'పెట్లుప్పు' అని ప్రఖ్యాతి గాంచినది. ఇది గాలిలో చెమ్మగిల్లెడిస్వభావముకలది కావున ప్రేలుడుద్రవ్యముల సిద్ధముచేయుటకు ఉపకరించదు. అందుచేత చిలీనైట్రేట్ ను పొటాసియమ్ నైట్రేట్ గా మార్చి ఇందుకై వాడుచున్నారు. నైట్రిక్ ఆసిడ్ ను విరివిగా ఉత్పత్తిచేయుటకు ఇది ఒక ముఖ్యమైన ముడి ద్రవ్యము. నైట్రిక్ ఆసిడ్ కూడ ప్రేలుడుద్రవ్యములను చేయుటకు ఉపయోగించును కాన చిలీనైట్రేట్ ఈ పరిశ్రమకు ఆధారభూతమని చెప్పవచ్చును. ఇదిగాక మొక్కలకు నైట్రోజన్ ను ఇచ్చురాసాయనికపు ఎరువుగా వాడుదురు.

సోడియమ్ నైట్రైట్ ($NaNO_2$): వేడిచే ద్రవీభవించిన సోడియమ్ నైట్రేట్ నకు సీసపుముక్కలను కలుపుటచే ఇది సిద్ధమగుచున్నది:


$$NaNO_3 + Pb \longrightarrow NaNO_2 + PbO$$

ఈ మిశ్రమును చల్లార్చి నీటితో సారముదీసి, కరగని లెడ్ మోనాక్సైడ్ ను వడపోతవలన వేరుచేసి, ద్రావణమును స్ఫటికీకరణము కావింతురు. సీసము విలువైనపదార్థమగుటవలనను, దానివలన కార్మికులు విషగ్రస్తులగుట సంభవించును కావున ఈ పద్ధతి నేడు వాడుకలోలేదు. ప్రస్తుతము నైట్రిక్ ఆసిడ్ నుండి లభ్యమగు నైట్రిక్ ఆక్సైడ్, నైట్రోజన్ పెరాక్సైడ్ వాయువులను మిశ్రముచేసి దానిని దాహకసోడా ద్రావణములోనికిగాని, చాకలిసోడా ద్రావణములోనికిగాని పంపి ఆద్రావణమును ఇగురబెట్టుదురు:


$$2NaOH + NO + NO_2 \longrightarrow 2NaNO_2 + H_2O$$


$$Na_2CO_3 + NO + NO_2 \longrightarrow 2NaNO_2 + CO_2$$

ఇది పసుపుఛాయగలిగినద్రవ్యము ; గాలిలో ఒకమాదిరిగా చెమ్మగిల్లును ; నీటిలో బాగుగా కరగును. ఆనిలీన్ నుండి అజోరంగులను ఉత్పత్తిచేయుటకు ఇది విశేషముగా ఉపయోగపడుచున్నది.

సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ : సోడియమ్ కార్బొనేట్ ద్రావణమును సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్ తో సంతృప్తముగావించుటవలన సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ లభించును :


$$H_2O + Na_2CO_3 + 2SO_2 \longrightarrow 2NaHSO_3 + CO_2\uparrow$$

సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ ద్రావణము తోళ్ళపరిశ్రమయందు క్రోమేట్ ద్రావణమునకు ఆక్సీహారణ సాధనముగను, తోలుమీది బొచ్చు తీసివేయుటకును, వస్త్రపరిశ్రమయందు నూలును వివర్ణము ఒనర్చుటకు ఉపయుక్తమైన క్లోరిన్ ను హరించుటకును, కాగితపు పరిశ్రమయందును, 'కాలిష' నుండి అయిడీన్ ఉత్పత్తి చేయుటకును ఉపయోగపడుచున్నది.

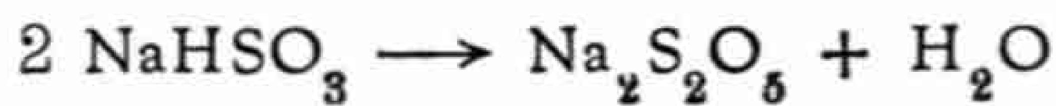
సోడియమ్ సల్ఫైట్ : పైన వచ్చిన ద్రావణమునకు పూర్వము ఉపయోగించినంత సోడియమ్ కార్బొనేట్ కలిపి ద్రావణమును ఇగురబెట్టి చల్లార్చినచో ఏడుజలాణువులుగల సోడియమ్ సల్ఫైట్ స్ఫటికములు ఏర్పడును ($Na_2SO_3$, $7H_2O$).


$$Na_2CO_3 + 2NaHSO_3 \longrightarrow 2Na_2SO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

సోడియమ్ సల్ఫైట్ ప్రబలమైన ఆక్సీహారణద్రవ్యము. ఉన్నిని, పట్టును, నూలును, కాగితములను, క్లోరిన్ చే

ధవళము ఒనర్చిన తరువాత ఎక్కువగానున్న క్లోరిన్‌ను హరించుటకుగాను, ఆహారపదార్థములను నిల్వచేయుటకును, పంచదార పరిశ్రమయందు చెరకు పానకమును ఇగుర పెట్టునపుడు దానికి రంగురాకుండ చేయుటకును దీనిని వాడుదురు. ఫోటోగ్రాఫర్‌లు ఉపయోగించు హైడ్రోక్వినోన్ డెవలెపర్‌నకు దీనిని కలిపి డెవలెపర్ యొక్క ఆక్సీభవనమును నిరోధింతురు. వైద్యరంగమున క్రిమిహారిగా లోపలికి పుచ్చుకొను మందులలో వాడుదురు. బాయిలర్‌లో వాడు నీటియందు కరగిన ఆక్సిజన్‌ని తొలగించి బాయిలర్ త్రుప్పుపట్టకుండునటుల ఈ ద్రవ్యము చేయగలదని ఇటీవల కనిపెట్టబడినది.

సోడియమ్ మెటా బైసల్ఫైట్: మొదటవచ్చిన సోడియమ్ బైసల్ఫైట్ ద్రావణమునకు సారాయి కలిపినచో నిర్జలమైన సోడియమ్‌బైసల్ఫైట్ ($NaHSO_3$) స్ఫటికములు క్రిందికి దిగునుకాని, ఆ ద్రావణమునే విశేష సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువు సంపర్కమున ఇగురబెట్టినచో సోడియమ్ మెటా బైసల్ఫైట్ ($Na_2S_2O_5$) స్ఫటికములు వచ్చును:

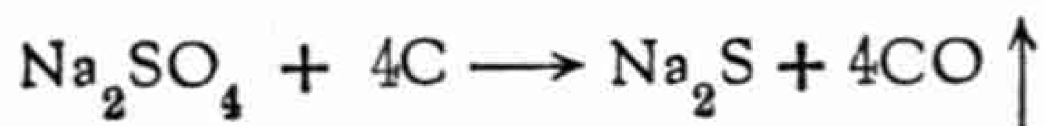


$$2\,NaHSO_3 \longrightarrow Na_2S_2O_5 + H_2O$$

సోడియమ్ మెటా బైసల్ఫైట్ ఫోటోగ్రాఫీలో 'డెవలెపర్'గా వాడుదురు.

సోడియమ్ హైపో సల్ఫైట్ ($Na_2S_2O_4$): దీనిని సోడియమ్ హైడ్రోసల్ఫైడ్ లేదా 'హైడ్రో' అనికూడ అందురు. బట్టల అద్దకపు పరిశ్రమయందు ఉపయోగపడు ద్రవ్యములలో ఇది చాల ముఖ్యమైనది. బట్టలనుండి కొన్ని రంగులను పోగొట్టుటకును, ఎండుగడ్డిని, సబ్బులను నిర్వర్ణముగ ఒనర్చుటకు ఇది ఉపయోగపడును. ఫార్మాల్డిహైడ్‌లో జింకు చూర్ణమును ఉంచి దానిలోనికి సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును 80°C వద్ద పంపి సోడాభస్మమును కలిపినపుడు ఏర్పడిన ద్రావణమును గాలి తీసివేసిన ప్రదేశమున ఇగురపెట్టినచో సోడియమ్ హైపోసల్ఫైట్ స్ఫటికీకరించును.

సోడియమ్ సల్ఫైడ్ ($Na_2S$): సోడియమ్ సల్ఫేట్‌ను నేలబొగ్గు పొడితో 900°C వరకు ఒక కొలిమిలో వేడిచేసి సోడియమ్ సల్ఫైడ్‌ను సిద్ధము చేయవచ్చును:

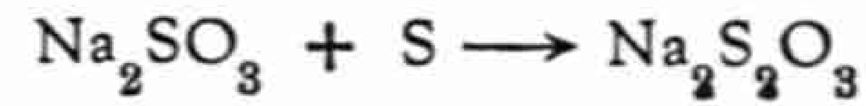


$$Na_2SO_4 + 4C \longrightarrow Na_2S + 4CO\uparrow$$

ఎమీనోయౌగికములను తయారుచేయుటకు వర్ణద్రవ్యములను ఉత్పత్తిచేయు పరిశ్రమలో ఆక్సీహారిగను, తోళ్ళ పరిశ్రమలో చర్మమునుండి బొచ్చుతీసివేయుటకును సోడియమ్ సల్ఫైడ్‌ను వాడుదురు.

డైసోడియమ్ పోలీసల్ఫైడ్ ($Na_2S_5$): 'తయోకో' లను కృత్రిమరబ్బరు చేయుటకు ఉపయోగించును.

సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ ($Na_2S_2O_3$, $5H_2O$): ఫోటోగ్రాఫీలో దీనికి 'హైపో' అని వ్యవహారము. సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ నిర్మల స్ఫటికములుగా ఉండును. సోడియమ్ సల్ఫైట్ గాఢ ద్రావణములో గంధక చూర్ణమును హెచ్చుగా కలిపి మరగబెట్టి మిగిలిఉన్న గంధకమును వడపోతవలన వేరుచేసి వచ్చినద్రావణమును స్ఫటికీకరణము గావించిన సోడియమ్ తయోసల్ఫేట్ వచ్చును:

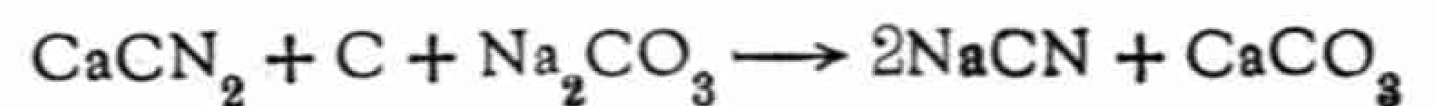


$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$$

ఉపయోగములు: దీనిని ఫోటోగ్రాఫర్‌లు నెగెటివ్‌ల మీదను, ప్రింటులమీదను మార్పుచెందక మిగిలి ఉన్న సిల్వర్ హేలైడ్‌ను కరగించుటకు ఉపయోగింతురు. ఈ విధానమును 'ఫిక్సింగ్' అందురు. సెల్యులోస్ ద్రవములను క్లోరిన్‌తో ధవళముగా ఒనర్చిన తర్వాత మిగిలిన క్లోరిన్‌ను తొలగించుటకును, ఉన్ని, తైలము, దంతము మొదలగువానిని ధవళమొనర్చుటకు కావలసిన సల్ఫర్ డైఆక్సైడ్ వాయువును ఇచ్చుటకును, వర్ణద్రవ్యముల పరిశ్రమయందు ద్రావణము పులియకుండ నిరోధించుటకును, కొన్ని వర్ణబంధక ద్రవ్యములను తయారుచేయుటకును, కొన్ని చర్మవ్యాధులకు ఔషధముగను, అయిడిమాపన విధానమున మానద్రావణముగను దీనిని వాడుదురు. (చూ. విశ్లేషణ రాసాయనిక శాస్త్రము-II : అయిడిమెట్రి - పు. 701).

మైక్రోకాస్మిక్ లవణము ($NaNH_4HPO_4$, $4H_2O$): మైక్రోకాజ్‌మ్ అను ఇంగ్లీషు పదమునకు మానవుడని అర్థము. మానవ మూత్రమున ఈ లవణము ఉండుటచేత దీనికి ఈ పేరు వచ్చెను. ద్వితీయసోడియమ్ ఫాస్ఫేట్‌ను, అమోనియమ్ క్లోరైడ్‌ను వాని అణుభారముల నిష్పత్తిలో తీసికొని ఆ మిశ్రమును కొద్దివేడిగల నీటిలో కరగించి నప్పుడు అవక్షేపించిన సోడియమ్ క్లోరైడ్‌ను వడపోత వలన వేరుచేసి మిగిలిన ద్రావణమును స్ఫటికీకరణము గావించినచో నాలుగు జలాణువులు గల ఈ లవణము ఏర్పడును. గుణాత్మక విశ్లేషణమున దీనిని పూసపరీక్షకై ఉపయోగింతురు.

సోడియమ్ సైనైడ్ ($NaCN$): ఒక పద్ధతియందు కాల్సియమ్ సైనమైడ్‌ను కోకుబొగ్గుతోను, సోడియమ్ కార్బొనేట్‌తోను కలిపి వేడిచేసి సోడియమ్ సైనైడ్‌ను ఉత్పత్తి చేయుచున్నారు:



$$CaCN_2 + C + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCN + CaCO_3$$

రెండవ పద్ధతిలో ఒక ఇనుపయంత్రమునందు 400° C వరకు వేడిచేసిన సోడియమ్ ధాతువుపై అమోనియా వాయువును ప్రసరింపజేసి సోడియమ్ ఎమైడ్‌ను సిద్ధము చేయుదురు :



$$2Na + 2NH_3 \longrightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

ఈ ఎమైడ్‌ను ద్రవీభవించి ఎఱ్ఱగామండుచున్న బొగ్గుల మీద పోయుదురు. అంత సోడియమ్ సైనైడ్ ఏర్పడును :



$$NaNH_2 + C \longrightarrow NaCN + H_2$$

సైనైడ్‌లు అన్నియు చిటికలో ప్రాణముతీయు విషములు. వెండిని, బంగారమును ఖనిజములనుండి వేరుచేయుటకు సోడియమ్ సైనైడ్ ద్రావణమును విరివిగా వాడుదురు. మోటారు కారుల విడిభాగములు ప్రత్యేకమైన ఉక్కుతో చేయబడును. వాని ఉపరితలమున ఎక్కువ బొగ్గుకలిసిన ఉక్కుపొర ఒకటి ఉండును. ఈపొర నిర్మాణమునకు 'కేస్‌హార్డెనింగ్' అందురు. దీనికై సోడియమ్ సైనైడ్‌నుగాని, పొటాసియమ్ సైనైడ్‌నుగాని 'ఎలక్ట్రోప్లేటింగ్' చేయుటకు వాడుదురు. హీనధాతువులగు ఇత్తడి, ఇనుము మొదలగువాని ఉపరితలమున విద్యుత్ సహాయమున శ్రేష్ఠధాతువులగు వెండి, బంగారు పూతలు నిర్మించు విధానమునకు 'ఎలక్ట్రోప్లేటింగ్' అందురు. క్రిమికీటక సంహారమునకు ఉపయుక్తమగు హైడ్రోజన్ సైనైడ్ సిద్ధముచేయుటకు సైనైడ్‌లు ఆధారములై ఉన్నవి (చూ. ఆల్కలిధాతువులు - పు. 190). జె. వి. బి. రావు.

**స్కాండియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము ; పరమాణ్వంకము 21 ; సంకేతము Sc ; పరమాణుభారము 44.96. విశిష్టగురుత్వము 2.5 ; ద్రవాంకము 1200°C. దీనిని 1879 లో లాన్స్ ఫ్రెడరిక్ నిల్సన్ కనుగొన్నాడు (చూ. స్కాండియమ్ వర్గము). * * *

**స్కాండియమ్ వర్గము :** ఇందు స్కాండియమ్, యిట్రియమ్, లేంతెనెమ్, ఆక్టినియమ్ కలవు. ఈ ధాతువులన్నియు చాల అరుదుగా దొరకును. ఇవి అన్నియు మిక్కిలి ధన విద్యుత్ ధర్మము కలవి ; అన్నియు త్రియోజనీయములు. వాటి ఆక్సైడ్‌ల సాంకేతికము $R_2O_3$ ; వాటి హేలొజనైడ్‌ల సాంకేతికము $RCl_3$ ; వాటి హైడ్రాక్సైడ్‌లు లవణాధారములు. ఈ లవణాధార ధర్మము స్కాండియమ్ నుంచి లేంతెనెమ్‌నకు పెరుగుచుండును. ఈ ధాతువులన్నియును స్థిరమైన కార్బొనేట్‌లను ఇచ్చును. వాటి హేలొజనైడ్‌లు బాష్పశీలములుకావు ; నీటిలో కరగినపుడు విశ్లేషమును పొందవు. అందుచేత వాటి ధాతుధర్మము రుజువైనది. వాటి సల్ఫేట్‌లు పొటాసియమ్ సల్ఫేట్‌తో ద్వివలవణములుగా ఏర్పడునుగాని అవి పటికతో సమస్ఫటిక రూపమును స్వీకరించవు.

ఈధాతువులు రాసాయనికముగ అపురూప మృద్ధాతువుల పోలియుండును. అపురూపమృద్ధాతువుల సంపూర్ణ జ్ఞానము లభించని రోజులలో రాసాయనికులు ఒకప్పుడు వీటిలోని యిట్రియమ్, లేంతెనెమ్ మూలద్రవ్యములను అపురూప మృత్తుల గణములో చేర్చినను నేడు చేర్చరు.

ఆక్టినియమ్ : ఈవర్గమునందలి చరమధాతువైన ఆక్టినియమ్, రెండవ వర్గములోనున్న రేడియమ్‌వలె రేడియోధార్మికత గుణము కలది. అందువలన దీని రాసాయనిక స్వభావముకన్న రేడియోధార్మిక భౌతికస్వభావము ఎక్కువగా పరిశీలించబడినది :

| ధర్మము | Sc | Y | La | Ac |
|---|---|---|---|---|
| పరమాణ్వంకము | 21 | 39 | 57 | 89 |
| పరమాణుభారము | 44·96 | 83·92 | 138·92 | 227 |
| పరమాణ్వాయతనము | 14·55 | 20·49 | 22·43 | |
| ద్రవాంకము | 1200°C | 1490°C | 826°C | 1600°C |
| క్వథనాంకము | ? | ? | 4200°C | — |
| తారతమ్యసాంద్రత | 3·1 | 4·34 | 6·194 | — |

ఆక్టినియమ్ రాసాయనిక స్వభావము పరిశీలించనందుకు ఇంకొక ముఖ్యకారణమున్నది. ఇది నేటివరకు విడిగా పరిశుద్ధముగా లభ్యముకాలేదు (చూ. రేడియో ధార్మికత సహజ - పు. 598). ఇది యురేనియమ్ ఖనిజములలో ఉండును (చూ. ఆక్టినియమ్ - పు. 164).

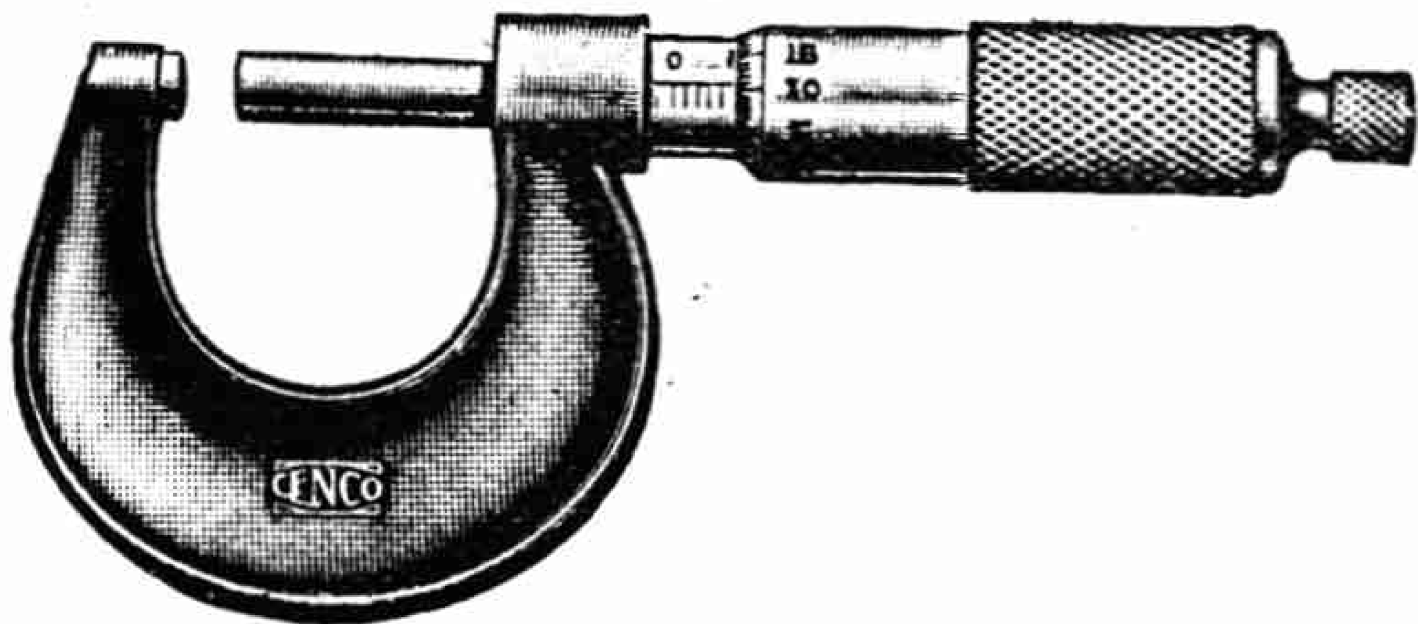
స్కాండియమ్ : రాసాయనికునికి చాల ముఖ్యమైన ధాతువు. ఏలన దీని ఉనికి మెండెలేయఫ్‌చే ముందుగా నిర్దేశింపబడి 1879 లో లాన్స్‌ఫ్రెడరిక్ నిల్సన్ అను (స్కాండినేవియా) ద్వీపకల్పమునకు చెందిన రాసాయనికునిచే ఆవిష్కరింపబడినది. ఇది వుల్ఫ్రమైట్ (టంగ్‌స్టన్) ఖనిజములో ఆక్సైడ్‌గా 2% లభ్యమగును.

యిట్రియమ్ : చూ. అపురూప మృత్తులు - పు. 140.

లేంతెనెమ్ : అపురూపమృత్తులలో సిరియమ్ గణములో నున్న ధాతువులతో కలిసి ఖనిజములలో లభ్యమగును (చూ. అపురూప మృత్తులు - పు. 140). మే. వ. న.

**స్క్రూగేజి :** ఇది సన్నని రేకుయొక్క మందమును, తీగ వ్యాసమును కొలుచుటకై ఉపయోగించు అతి సున్నితమైన పరికరము. దీని ముఖ్యమైన భాగము మరచీల. ఈపరికరముయొక్క మరలో ఏరెండువరుస మరనూళ్ళ మధ్యదూరమైనను సమానముగ ఉండును. ఈ దూరమునకు 'మరభ్రమణాంతరము' అని పేరు.

స్క్రూగేజిలో 'U' ఆకారముగల చట్రమునకు ఒకవైపు కొనను సమతలముఖముగల ఒకదిమ్మయు, రెండవకొనకు అతుకబడి మిల్లీమీటరుల, అర్ధమిల్లీమీటరుల స్కేలుగల గొట్టమయును కలవు. ఈగొట్టములో ఒకస్క్రూ తిరుగును. ఈ మరచివరభాగము చట్రమునకు సమతలముగాను, రెండవ తలమునకు సమానాంతరముగా నుండి మరను



స్క్రూగేజి

ముందుకు త్రిప్పినపుడు దిమ్మను తాకగలిగి ఉండును. మర రెండవకొనవద్ద ఒకపిడివలె తలభాగముగల గొట్టము ఒకటి మరచీలకు తొడిగిఉన్నట్లు అతుకబడిఉండును. ఈ పిడి గొట్టపుఅంచు 50 భాగములుగ విభజింపబడిఉండును. దీనిని పిడిస్కేలు అందురు. స్థిరమైనదిమ్మతో మర ఒక కొన తాకుచున్నపుడు, చట్రపు గొట్టముమీద మిల్లీమీటరు స్కేలు యొక్క 'సున్న' గీతతో పిడిగొట్టపు అంచున్ను, పిడి స్కేలుయొక్క సున్నగీతతో మిల్లీమీటరు స్కేలుయొక్క అడ్డుగీతయును, సాధారణముగా ఏకీభవించి ఉండును. అట్లు ఏకీభవింపకపోవుట దోషము గనుక వస్తువుల కొలతలను కనుగొనునపుడు దోషమున కనుగుణమైన సవరణను ఆకొలతలలో చేయవలెను.

మరపిడిని త్రిప్పి సమతలమునుండి మరను విడబరచి కొలత తీసికొనవలసిన రేకును ఆమధ్యనుంచి రెండుసమతలములకు రేకును తాకువరకు పిడిని త్రిప్పుదురు. అప్పుడు మిల్లీమీటరు స్కేలు రీడింగును, పిడిస్కేలు రీడింగును బట్టి రేకుయొక్క మందమును కనిపెట్టవచ్చును. ని. ప. స్వా.

**స్టార్క్, జొహనెస్** (జననము 1874) : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. బవేరియాలో జన్మించి, మ్యూనిక్‌లో విద్యను అభ్యసించి, గాటింజన్‌లోను, ఎయ్‌లాషాపిల్‌లోను ఆచార్యోద్యోగమును నిర్వహించి, 1920 లో విర్జ్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీ ప్రవేశించెను. 1933 లో బెర్లిన్‌లోనున్న ఒక సాంకేతిక ప్రమాణసంస్థకు అధ్యక్షుడుగా నియమితుడు అయ్యెను. వికిరణశాస్త్రమందు, పరమాణు సిద్ధాంతమునందు ప్రామాణికత్వమును సంపాదించినవాడు. ప్రబల స్థిరవిద్యుత్ క్షేత్రమందు వర్ణమాలరేఖల విశ్లేషణ సంఘటనను ఈయన నిరూపించెను. దీనికి 'స్టార్క్ ఫలితము' అని పేరు. 1919 లో నోబెల్ బహుమానము ఈయనకు ఈయబడినది. ధనకిరణముల విషయమై కూడ డప్లర్‌సూత్రము అన్వయించునని ఈయన కనుగొనెను. లెనార్డ్ వలె ఈయన కూడ నాజీరాజ్యతంత్ర ప్రచారకుడు. జి. శి. రా.

**స్టీరియో స్కోప్** : చూ. చాక్షుష పరికరములు - పు. 334

**స్టెర్న్, ఆటో** (జననము 1888) : యునైటెడ్‌స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. బ్రెస్లా (జర్మనీ) లో విద్యనేర్చి, క్రమముగా జురిక్, ఫ్రాంక్‌ఫర్ట్, (1915 - 21), రాస్టక్ (1921 - 22), హాంబర్గ్ (1925 - 33) యూనివర్సిటీలలో పనిచేసి, 1933 లో కార్నెజీ ఇన్‌స్టిట్యూట్ అవ్ టెక్నాలజీ (యునైటెడ్ స్టేట్స్)లో భౌతికశాస్త్ర ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. ఈయన ప్రధానాను శీలనావిషయములు శక్తిశాస్త్రము, చలదణుసిద్ధాంతము, క్వాంటంవాదము ; ప్రోటాన్ యొక్క అయస్కాంత గతిభారమును గురించి ఈయన చేసిన పరిశోధనలకు, పరమాణువుయొక్క అయస్కాంత స్వభావమును వెల్లడిచేయు, అణుకిరణపద్ధతిని స్థాపించినందుకు ఈయనకు 1943 లో నోబెల్ బహుమానము లభ్యమైనది. కె. రం.

**స్టోక్స్, జార్జి గేబ్రియల్ బెరొనెట్** (1819 - 1903): భౌతికవిజ్ఞాని. కేంబ్రిడ్జిలో చదువుకొని 1841 లో పెంబ్రోక్ కాలేజీ సభ్యుడుగా స్టోక్స్ ఎన్నుకొనబడెను. అచటనే 1849 లో ఆచార్యపదవిని స్వీకరించెను. 1887-1892 కేంబ్రిడ్జికి పార్లమెంటుసభ్యుడుగా, 1885 - 1890 రాయల్ సంఘాధ్యక్షుడుగా పనిచేసెను. 1893లో రాయల్ సంఘము ఈయనను కోప్లీపతకదానముచే బహూకరించినది. గణిత భౌతిక శాస్త్రమందు నిధి. వర్ణమాలల అనుశీలననుండి సూర్యుని, తక్కిన నక్షత్రముల రాసాయనిక సంఘట్టనమును నిర్ధారణచేయవచ్చును అను భావమును శాస్త్రరంగమున ప్రవేశపెట్టినవాడు ఈయనే. ద్వివక్రీభవన సంఘటనను గురించి గణనీయమైన పరిశోధనను కావించెను. కేథోడ్ కిరణముల హఠాత్ప్రతిరోధమువలన X-కిరణములు జనించుననియు, అవి విద్యుదయస్కాంత స్పందనములనియు నిరూపించెను. సాధారణ పరావర్తన, వక్రీభవన సంఘటనలను కనబర్చక పోవుటచే X-కిరణములు మిక్కిలి హ్రస్వతరంగములని కూడ నిష్కర్షించెను. వర్ణమాలయొక్క వివిధభాగముల ప్రభావమువల్ల వస్తువులలో కలుగు ప్రస్ఫురణకార్యమును పరిశీలించి నీలలోహిత, అతినీలలోహిత కిరణములు ప్రస్ఫురణకారులుగా అతి సమర్థములని ధ్రువపరిచెను. స్నిగ్ధతా గుణము గల ప్రవాహిలో చిన్నగోళము యొక్క చలనమునకు కలుగు

నిరోధమును గణించుటకువీలగు సూత్రమును కనుగొనెను. దీనికి 'స్టోక్స్‌నియమము' అని పేరు. ఏ. ఎల్. నా.

**స్ట్రాన్షియమ్ :** రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 38; సంకేతము Sr; పరమాణుభారము 87.63; విశిష్టగురుత్వము 2.6; ద్రవాంకము 771°C; క్వథనాంకము 1360°C. దీనిని 1808 లో హంఫ్రీడేవీ కనుగొనెను. కాల్సియమ్‌వంటి ధాతువు. స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్ ధాతువులును, వాటి యౌగికములును అంత ముఖ్యమయినవి కావు. అవి ఏ పరిశ్రమలలోను, కాల్సియమ్ యౌగికములంత విరివిగా ఉపయోగింపబడుటలేదు.

కాల్సియమ్‌వలెనే స్ట్రాన్షియమ్‌కూడ చురుకైనధాతువు; కాబట్టి ప్రకృతిలో విడిగా లభించదు. యౌగికరూపముననే దొరకును. కాల్సియమ్‌వలె ఇదికూడ కార్బొనేట్‌గాను, సల్ఫేట్‌గాను ప్రకృతిలో ఉన్నది.

స్ట్రాన్షియమ్‌ధాతువును తయారుచేయుపద్ధతి, కాల్సియమ్ తయారుచేయు పద్ధతివలెనే ఉండును. దీని రాసాయనిక గుణములు దాదాపు కాల్సియమ్ గుణములను పోలి ఉండును. స్ట్రాన్షియమ్‌సున్నము కొంతవరకు చక్కెర పరిశ్రమలో చక్కెరను శుభ్రపరచుటకును, స్ట్రాన్షియమ్ నైట్రేట్ లవణము చక్కనైన ఎఱ్ఱనికాంతిని ఇచ్చు మతాబాలు, చిచ్చుబుడ్లు తయారు చేయుటయందును ఉపయోగింపబడుచున్నవి (చూ. బెరిలియమ్ వర్గము - పు. 510). బి. గో. కృ.

**స్థాననిర్దేశము :** చూ. ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్‌లు - పు. 181.

**స్థితిస్థాపకత :** సరళముగాను, పొడవుగాను ఉన్న బెత్తపు రెండుకొనలను, చేతులతో పట్టుకొని వంచినచో చివరలు కలియువరకు అది వంగును; విడిచినవెంటనే బెత్తము పూర్వస్థితిని పొందును. అల్లే రబ్బరుత్రాడును సాగతీసి విడిచిపెట్టినపుడుకూడ అది తొల్లింటి పొడవునే పొందును. టెన్నిసుబంతిని కాలితో త్రొక్కినచో అది అణగును; కాలు తీసివేయగనే పూర్వాకారమును మరల పొందును. బలప్రేరితములు అయినపుడు మార్పును పొంది బలాధీనముండి తప్పిపోయినవెంటనే సహజాకార పరిమాణములను పొందగల ద్రవ్యములను స్థితిస్థాపక ద్రవ్యములు అందురు. ద్రవ్యము ఈవిధముగ ప్రవర్తించుటకు ఆధారమైన భౌతికలక్షణమును 'స్థితిస్థాపకత' (ఇలాస్టిసిటీ) అందురు (చూ. యంగ్ స్థితిస్థాపక గుణకము - పు. 552).

బాహ్యబలముల ప్రాబల్యమునకు, ఆ బలములు ఎంత అధికమైనవైనను విరూపమునొందని వస్తువులను దృఢవస్తువులు అందురు. బాహ్యబలములు ప్రవర్తించినపుడు విరూపము నొంది, ఆ బలములను తీసివేయగనే తొల్లింటి స్థితికి రాలేనట్టి అప్పడాల పిండివంటి వస్తువులు కొన్ని కలవు. అట్టి వాటిని మెత్తని, లేదా అస్థితిస్థాపక వస్తువులు అందురు.

సంపూర్ణదార్ఢ్యముగల వస్తువులు ప్రకృతిలో ఏవియు లేవని చెప్పవచ్చును. వస్తువులన్నియుకూడ కొద్దిగనో, గొప్పగనో స్థితిస్థాపకములే. సామాన్య స్థితిస్థాపక ద్రవ్యములు సైతము ఒక పరిమితి దాటినతరువాత స్నిగ్ధ ద్రవ్యములు అగును. ఉదా : రబ్బరు, గాలి, ఇతర వాయువులు - ఇవి స్థితిస్థాపకములు. ధాతువులుకూడ ఒకవిధముగ స్థితిస్థాపకములే. తారు, పారఫిన్, మైనము మొదలగునవి స్నిగ్ధములు. స్వల్పబలములకు గాజు, ఉక్కు సుమారుగ దృఢద్రవ్యములు.

**'హుక్' నియమము :** స్థితిస్థాపకద్రవ్యములందు బాహ్యబలములచే ఏర్పడిన వైరూప్యము దానిని కలిగించు ప్రత్యాబలమునకు అనులోమముగా ఉండును. ఈ విషయమును తొలుదొలుత కనిపెట్టినవాడు 'హుక్' విజ్ఞాని అగుటచే అతని పేరుతో ఈ నియమము వ్యవహరింపబడుచున్నది.

ప్రత్యాబలము అనగా వస్తువైశాల్యములో ప్రతిచదరపు యూనిట్‌పై ప్రవర్తించుబలము విక్రియను రెండు, మూడు విధములుగ నిర్వచింపవచ్చును. వస్తువుపొడవు వెంట వైరూప్యము కలిగినపుడు యూనిట్‌పొడవులో గల్గిన మార్పునుగాని లేదా ఆయతనవైరూప్యము కల్గినపుడు యూనిట్ ఆయతనములో కలిగిన ఆయతనపు మార్పును గాని విక్రియ అందురు. విరూపణ ప్రత్యాబలము విషయములో కోణీయ వైరూప్యమును విక్రియ అందురు.

ప్రతిబలము ఎక్కువచేసినకొలది దానితో అనులోమముగ కొంతవరకు విక్రియకూడ పెరుగును. ఈసంబంధమును నిరూపించు సిద్ధాంతమును హుక్‌సిద్ధాంతము అందురు.

ప్రతిబలము ఒక విలువను దాటిన పిదప ప్రతిబల విక్రియల సంబంధము మారిపోవును. తదుపరి హుక్ సిద్ధాంతము వర్తించదు. ఎక్కడనుండి హుక్‌సిద్ధాంతము వర్తించదో దానికి 'స్థితిస్థాపకపరిమితి' అందురు. స్థితిస్థాపక పరిమితిని అతిక్రమించి వస్తువులో వైరూప్యము కలిగించినచో, దానిపై బలమును పూర్తిగ తీసివేసినను అది పూర్వపుస్థితికి మరల రాదు.

వస్తువులస్థితిస్థాపకతాగుణము నిత్యజీవితములో ముఖ్యముగా తీగ (స్ప్రింగ్) త్రాసునందును, గడియారములుమొదలుగా గల పరికరములలోని స్ప్రింగ్‌లందును వినియోగపడుచున్నది.

వాయువును అదిమినపుడు దాని ఆయతనము తగ్గును. అదుముడు తొలగించిన వెంటనే మరల తొంటి ఆయతనమును గ్రహించును. వాయువుయొక్క ఈ గుణము దాని స్థితిస్థాపకతా గుణమే. వాయుపూరితము లైన టైరులందును, సోడాబుడ్లలోను, వాయుపూరితములగు గుమ్మటములందును వాయువుల స్థితిస్థాపకతా గుణమే ఉపయోగములోనికి వచ్చుచున్నది. త. స. న. మూ.

**స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము** : అంబరు అను ద్రవ్యమును గుడ్డతో రుద్దినపుడు అది ఈకలను, బెండును ఆకర్షించును అని 'తేలీజ్' అను గ్రీస్ దేశస్థుడు 2600 సంవత్సరముల క్రిందట సూచించెను. ఆ తరువాత 16 వ శతాబ్ది కడపటి భాగములో గిల్బర్ట్ (చూ. పు. 321) విజ్ఞాని గంధకపు ముక్కలనుగాని, గాజునుగాని పొడిఉన్నితో రుద్దినచో అవి కూడ తేలికయైన కాగితపుముక్కలను ఆకర్షించగలవు అని కనుగొనెను. ఇట్టి సంఘటనలన్నియు విద్యుచ్ఛాస్త్రమునకు సంబంధించినవే. రాపిడి ఫలితముగ బెండును ఆకర్షించుగుణమును అంబరు, గంధకము, గాజు మున్నగునవి పొందినపుడు వాటికి విద్యుదావేశము కలిగినది అందురు. ఈవిధముగా రాపిడివలన విద్యుదావేశమును కలిగించు సాధనములకు విద్యుత్‌జనకములు అని పేరు. 'గేరికె' అను విజ్ఞాని ఉన్నిగుడ్డకు తాకునట్లు గంధకపుబంతిని గిరున త్రిప్పి, ఎక్కువవిద్యుదావేశమును జనింపచేసెనట. ఇట్టి ప్రరోచనయంత్రములలో పేరుగన్నదీ, ఇప్పటివరకును వాడుకలోనున్న విమ్‌హర్‌ట్స్ యంత్రమే. ఈ యంత్రమునందు ఉత్పన్నమయిన స్థిరవిద్యుదావేశమును లైడెన్ జాడీలో నిలువచేయుదురు.

బెన్జమిన్ ఫ్రాన్క్‌లిన్ అను యునైటెడ్‌స్టేట్స్ విజ్ఞాని మేఘములలో మెరుపురూపమున వ్యక్తమగు విద్యుత్తు, సంఘర్షణవలన జనించు విద్యుత్తు ఒకటేనని గాలిపట ప్రయోగముచే నిరూపించెను. గాలిపటమును మేఘమునకందునట్లు ఎగురవేసి మేఘమునందలి విద్యుత్తును లైడెన్ జాడీకి ఫ్రాన్క్‌లిన్ ఎక్కించెను; దానిపై ప్రయోగములు కూడ చేసెను.

దగ్గరగానున్న రెండు సమానాంతరఫలకముల మధ్యను గాలి ఉన్నను, ఆ సముదాయము లైడెన్‌జాడీవలె ఆచరించునని ఎపైనస్ విజ్ఞాని కనుగొనెను.

విద్యుత్తునందు ధనవిద్యుత్తు, ఋణవిద్యుత్తు అని రెండు రకములు ఉన్నవి. ధన, ఋణ విద్యుదావేశముల మధ్యగల ఆకర్షణ, లేదా అపకర్షణ బలమును పరిమాణయుతముగా కనుగొను సూత్రమును కేవెండిష్ అను విజ్ఞాని కనుగొనెను. కేవెండిష్‌సూత్రమును విమోటన తుల (టార్షన్ బాలెన్సు) తో ప్రయోగరీత్యా నిర్ధారణచేసినది కూలామ్ (చూ. పు. 289) అను విజ్ఞాని. విద్యుదావిష్ట వాహకము చుట్టును గాలివంతు గంధకము, మైనము మొదలగు విద్యున్నిరోధక ద్రవ్యములను ఉంచినచో గాలిలో ఉన్నప్పటికన్న ఎక్కువ విద్యుదావేశము ఆ వాహకమునకు సంక్రమింపజేసినకాని అది గాలిలోకనపర్చు విద్యుదాకర్షణ బలమును కనపర్చదు అని ఫారడే (చూ. పు. 496) అను ఇంగ్లీషువిజ్ఞాని 1837 లో కనుగొనెను. రెండు విరుద్ధ ఆవిష్ట వస్తువుల మధ్యప్రదేశము బలరేఖలతో నిండి ఉండుననియు, విద్యుత్ క్షేత్రమంతయు ఈ బల రేఖలమయమే అను ఊహను ఫారడే సూచించెను. విద్యుత్ ప్రరోచనను కనుగొనినది గూడ ఫారడేయే. ఫారడే ప్రతిపాదించిన బలరేఖలను ఆధారముగచేసికొనియే మాక్స్‌వెల్ (చూ. పు. 531) అను ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతమును (చూ. పు. 678) రూపొందించెను.

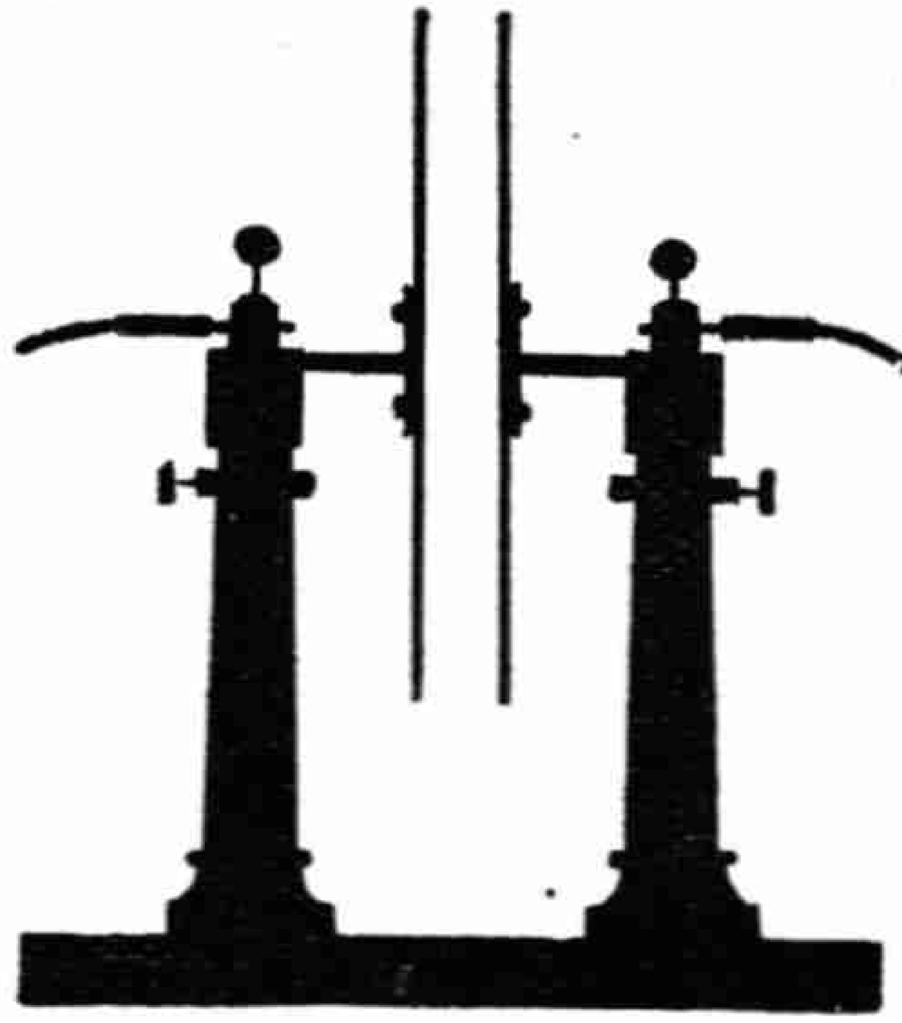
విద్యుదావేశము - పారవిద్యుతిక స్థిరాంకము : విద్యుదావేశము ఏమియో అనునది చాల ప్రాతసమస్య. దీనిని ఒక విధమైనప్రవాహి అని ఒకప్పుడు శాస్త్రజ్ఞులు భావించెడివారు గాని, ఇటీవలి పరిశోధనలవలన ఎలక్ట్రాన్‌ల అధికతయే ఋణవిద్యుత్తు అనియు, వాటి కొరతయే ధనవిద్యుత్తు అనియు వ్యక్తమైనది, ఎలక్ట్రాన్‌లు నవీనశాస్త్రదృష్ట్యా కణరూపముననున్న విద్యుదావేశములు. రెండువస్తువులు ఒకదానితో ఒకటి తాకినపుడు, ఆ వస్తువులోని ఎలక్ట్రాన్‌లు ఒకేతావున గుమికూడునని ఇప్పటిఊహ. ఇట్లు గుమికూడిన ఎలక్ట్రాన్‌లు ప్రవహించకుండచేయు ద్రవ్యములను పారవిద్యుతికములని అందురు. పారవిద్యుతికములలో ఏది ఎంతసామర్థ్యము గలిగినదో సూచించుటకు వీలుగ పారవిద్యుతికస్థిరాంకము అనేసంఖ్యను ఏర్పాటు చేసిరి (చూ. పారవిద్యుతికములు - పు. 476).

విద్యుత్ సంఘనకములు : ఇవి విద్యుత్తును నిల్వయుంచు సాధనములు. వీటిలో మొట్టమొదట నిర్మితమైనది లైడెన్‌జాడీ. లైడెన్‌జాడీ అనగా తగరపు రేకులతో కప్పబడిన లోపలి, వెలుపలి ప్రక్కలు గల గాజుసీసా. ఏవిద్యుత్ సంఘనకమందైనను రెండుఫలకములు ఉండును. ఈఫలకములను తగరముతోగాని, ఇత్తడితోగాని మంచి విద్యుద్వాహకమగు మరి ఏదేనిధాతువుతోగాని చేయుదురు. ఈఫలకములు మంచి విద్యుద్వాహకములు అగుటవలన విద్యుదావేశము ఫలకతలమంతటను వ్రాక వీలున్నది. ఒక ఫలకముమీద ధనసంజ్ఞగల విద్యుదావేశము చేరుకొన్నచో రెండవ ఫలకముమీద ఋణసంజ్ఞగల విద్యుదావేశము ప్రరోచితమగును. భిన్న సంజ్ఞలుగల ఈ రెండువిద్యుదా

వేశములకే పరిమితమై వాటిమీద నిల్వ ఉండునట్లు చేయుటకు వాటిమధ్య గాలివంటి పారవిద్యుతికమును ఉంచుదురు.

సంఘనక సామర్థ్యము ఫలకముల విస్తీర్ణతను, వాటి మధ్య దూరమును, పారవిద్యుతిక స్థిరాంకమునుబట్టి ఉండును. సమానాంతర ఫలకములలో :

$$\text{సామర్థ్యము} = \frac{\text{ఫలక విస్తీర్ణము}}{4\pi \times \text{దూరము}} \times \text{పారవిద్యుతిక స్థిరాంకము}$$



1 వ పటము : సంఘనకము - ఎదుట దృశ్యము

బంతులవంటి, లేక స్థూపాకార ఫలకసంఘనకములతో సూత్రము భేదించును.

సంఘనకములను ఇట్లు జతజేసి వాడు విధానములు రెండు ఉన్నవి : 1. శ్రేణీవిధానము, 2. సమాన్తాంతర విధానము అని వాటిపేర్లు. శ్రేణీ విధానమునందు మొదటి సంఘనకముయొక్క ఋణధ్రువమును రెండవ సంఘనకముయొక్క ధనధ్రువముతోను, దాని ఋణధ్రువమును మూడవ సంఘనకముయొక్క ధనధ్రువముతోను అట్లే అన్నింటిని కలుపుదురు. ఈ శ్రేణీసముదాయ సామర్థ్యము c అయినచో,

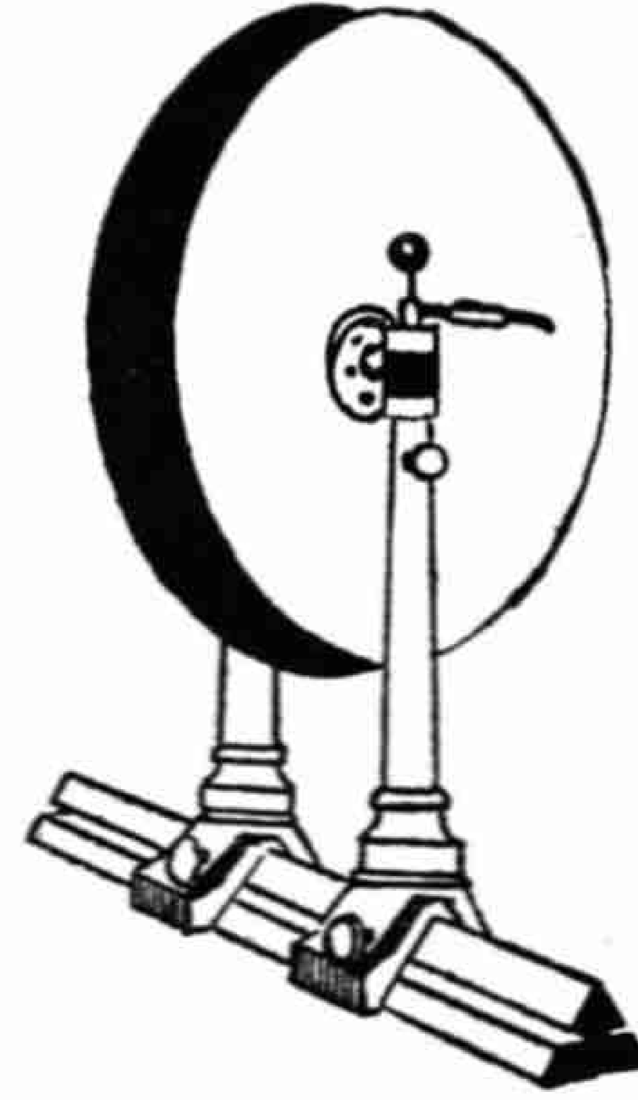
$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \ldots.$$

ఇట $c_1$, $c_2$, $c_3$, అనునవి శ్రేణిలో జతచేయబడిన వేర్వేరు సంఘనకముల సామర్థ్యములు.

సంఘనకములు ఋజువిద్యుత్ప్రవాహమును పోనీయవు. కాని ఆవర్తివిద్యుత్ప్రవాహములకు అవరోధము ఏర్పరచి పోనిచ్చును. ఈ విధానమును టెలిఫోన్‌లలో వాడుదురు. ఈ అవరోధము =

$$\frac{1}{\text{గ్రాహకశక్తి} \times \text{పౌనఃపున్యము}}$$

అను సూత్రమును అనుసరించి ఈఅవరోధము ఉండును. స్ఫులింగములు రాకుండా ఉంచుటకు స్ఫులింగములు వచ్చు బిందువులకు విద్యుత్‌సంఘనకములు తగిలింతురు. ముఖ్యముగా రేడియోలో ప్రస్తుత ప్రవాహోత్పత్తి విధానములలో అవరోధములుగా వాడుదురు.



2 వ పటము : సంఘనకము-ప్రక్క-వాటు దృశ్యము

విద్యుదావేశ విభజన : విద్యుదావేశపూరితమయిన వస్తువును విద్యుద్వాహకముతో తాకినపుడు, ఆవాహకమునకు సమాన విద్యుదావేశము సంక్రమించును. విద్యుదావేశపూరితమైన వస్తువునకు తగల్చకుండా దానిచెంతకు విద్యుద్వాహకమును గొనివచ్చినపుడుకూడ ఆ వాహకము విరుద్ధవిద్యుదావిష్టము అగును. ఇది ప్రరోచనద్వారా లభ్యమైన ఆవేశము. విద్యుదావేశమును కూలామ్ అను యూనిట్‌లలో కొలుతురు. ధనవిద్యుదావేశము ఋణవిద్యుదావేశము అని విద్యుదావేశము రెండురకములు. ధనవిద్యుదావేశము అనగా ఎలక్ట్రాన్‌లకొరత; ఋణవిద్యుదావేశము అనగా ఎలక్ట్రాన్‌ల ఆధిక్యము అని ఇదివరకే చెప్పి ఉంటిమి. ఒకే సంజ్ఞగల ఆవేశములు అపకర్షించుకొనును. భిన్న సంజ్ఞల విద్యుదావేశములు ఆకర్షించుకొనును.

$$\text{ఈ ఆకర్షణ లేదా అపకర్షణ బలము} = \frac{\text{ఒకవిద్యుదావేశము} \times \text{మరొకవిద్యుదావేశము}}{\text{పారవిద్యుతికస్థిరాంకము} \times (\text{విద్యుదావేశముల మధ్యదూరము})^2}$$

సమాన్తాంతర విధానమునందు సంఘనకములయొక్క ఋణధ్రువములన్నింటిని ఒకదానితో ఒకటి కలుపుదురు; ధనధ్రువములన్నింటిని ఒకదానితో ఒకటి కలుపుదురు. ఈ సమాన్తాంతర సముదాయసామర్థ్యము c అయినచో,

$$c = c_1 + c_2 + c_3 + \ldots\ldots.$$

దీనినిబట్టి శ్రేణీవిధానమున జతచేసినపుడు సంఘనకముల మొత్తపువిలువ తగ్గుననియును, సమాన్తాంతరవిధానమున జతచేసినపుడు హెచ్చుననియును విశదమగును.

గౌస్ సిద్ధాంతము : విద్యుదావేశము చుట్టు విద్యుత్ క్షేత్రము ఉండును. విద్యుత్ క్షేత్రము బలరేఖలతో కూడి ఉండునని ఫారడేవిజ్ఞాని కనుగొనెను. రేఖయొక్క ఒక చివర ఒక విద్యుదావేశము కలిసియున్నచో మరియొక చివర వేరుగురుతుగల విద్యుదావేశమును కలిగియుండును.

విద్యుత్ ప్రరోచన విషయములో గౌస్ సిద్ధాంతము ముఖ్యమైనది. దీనిప్రకారము ఏదేనిప్రాకారములో చుట్టు స్థలమునకు లంబముగాపోవు ప్రరోచన, లోపలనున్న

ఆవేశమునకు $4\pi$ రెట్లు ఉండును. దీనిని ఉపయోగించి ఎన్నో స్థిరవిద్యుత్తు లెక్కలు చేయ వీలున్నది.

స్థిరవిద్యుత్ సూచకము: మెలిలేని పట్టుదారమునకు కట్టిన చిన్న బెండుముక్కను బెండుసూచి అందురు. దీని చెంతకు విద్యుదావిష్టవస్తువును తెచ్చినచో దీనిమీద భిన్న గుణముగల విద్యుదావేశము ప్రరోచన ద్వారా తాత్కాలికముగా ఏర్పడి విద్యుదావిష్ట వస్తువుదాపునకు అది జరుగును.

స్వర్ణ పత్రవిద్యుత్ సూచి: దీనిలో ఒక ఇత్తడికడ్డీ చివర రెండు పలుచని బంగారు రేకులు ఉండును. ఇత్తడికడ్డీ రెండవ కొనకు చేరువగా ఏదేని విద్యుదావిష్టవస్తువును తీసుకవచ్చినచో ప్రరోచనవలన రెండుఆకులలోను ఒకే గురుతుగల విద్యుదావేశము తాత్కాలికముగా ఏర్పడి ఆకుమొనలు దూరమగును. వస్తువులు విద్యుదావేశపూరితములై ఉన్నవో, లేవో కూడ దానిసహాయమున కనుగొనవచ్చును. ఇత్తడికడ్డీని చేర్చి విద్యుదావిష్టమైన వస్తువును కొద్ది సెకనులకాలము ఉంచి, తరువాత తీసివేసినచో బంగారు రేకులపై విద్యుదావేశము నిల్వయుండి, రేకులు విడియుండును. ఉదాహరణకు బంగారుఆకులు ధనవిద్యుదావిష్టములు అనుకుందము. అప్పుడు ధనవిద్యుదావిష్టవస్తువును కడ్డీకి తగులునట్లుంచిన బంగారుపత్రముల కొనలు మరింత దూరమగును; లేదా ఋణవిద్యుదావిష్ట ద్రవ్యమును తగిలించిన పత్రముల కొనలు దగ్గరకువచ్చును. ఈ విద్యుత్సూచిని బెన్నెట్ అను ఆయన మొదట కనుగొనెను.

స్థిరవిద్యున్మాపకములు: 1. ఆకర్షణ చక్రవిద్యున్మాపకము; 2. క్వాడ్రంట్ విద్యున్మాపకము వీటిలో ముఖ్యమైనవి.

ఆకర్షణచక్రవిద్యున్మాపకము: ఒకధాతుచక్రమును ఒక స్ప్రింగ్‌మీద అమర్చి, దానికి విద్యుదావేశమును కలుగజేసి దానికి దిగువనున్న మరియొకధాతుచక్రమునకు వేరే గుర్తుగల విద్యుదావేశమును కలుగజేసినచో పై చక్రము క్రిందిచక్రమును ఆకర్షించును. ఇట్లు ఆచక్రము రెండవ చక్రముపై నెరపు ఆకర్షణబలమును కొలుచు సాధనము ఒకటి పరికరమునందు ఏర్పాటుచేయబడి ఉండును. సాధారణముగా ఆవేశము తలముపై చేరుకొనును. అది ఆ విధముగా చేరుకొనకుండునటుల ఒనర్చుటకుగాను పై ఫలమునకుచుట్టు రక్షణవలయము(గార్డ్ రింగ్)అను వలయము పెట్టి సమానఒత్తిడిలో ఆవేశము దానిపై ఉండునట్లు చేయుదురు. సాధారణముగా ప్రతికొలతకును ముందు పై ఫలకమును రక్షణవలయపు మట్టమునకు తీసికొని వత్తురు. ఇక కచ్చితముగా చేయుటకు ఒక దూరదర్శనిని వినియోగింతురు. 'ఆ' అనునది రెండు ఫలకములమధ్య ఆకర్షణ బలమున్ను 'పై' అనునది ఆ రెండు ఫలకములయొక్క రక్షణవలయములందున్న విద్యుత్తుయొక్క ఒత్తిడియు, 'దూ' అనునది వాటి మధ్యదూరమున్ను, 'వై' అనునది ఫలకపువైశాల్యమున్ను అయినచో $\text{పై} = \text{దూ}\sqrt{\dfrac{8\pi\,\text{ఆ}}{\text{వై}}}$ అను సూత్రము సిద్ధించును.

క్వాడ్రంట్ విద్యున్మాపకము: దీనిలో పేరుపొందినది డోల్‌జలక్ యంత్రము. దీనిలో పలుచని అల్యూమినియము సూచి ఉండును. దానికి సూది అని పేరు. దానిని ఒక సన్నటిక్వార్ట్జ్‌తీగచే వ్రేలాడ తీయుదురు. క్వార్ట్జ్ తీగ పైకొన ఒక తృణమణిలోని రంధ్రమునుండి వ్రేలాడును. ఈసూది 4 బోలు చక్రవిభాగములతో దానికి తగులకుండ తిరుగ కలిసియుండును. ఈ తురీయములు ఒకతీగద్వారా జతపరుపబడి ఉండును. ఒకజతతురీయములు ఆకర్షింప, రెండవజత తురీయములు అపకర్షించును. ఈ విధముగా అల్యూమినియము పలక తిరుగును. అంత క్వార్ట్జ్‌తీగ మెలితిరుగును. ఈ మెలిని దానికి అతికించిన ఒక చిన్నఅద్దము ద్వారా కొలువవచ్చును. ఈ ఉపకరణము ఆవర్తి (ఎ.సి.) విద్యుత్తునుకూడ కొలుచుటకు ఉపయోగింతురు. తురీయములు క్వార్ట్జ్ స్తంభములమీదనే నిలిచియుండును. క్వార్ట్జ్‌తీగమీద బంగారుపూత ఉండును. చిన్నపీటకు బిగింపబడి ఈ స్తంభములు ఉండును. పరికరమును మట్టముగా చేయుటకై మూడు స్క్రూలు ఉండును. పరికరమంతయు ఒక ఇత్తడిపెట్టెలో అమర్చబడియుండును. గాజు కిటికీల గుండా మెలిని కొలువవచ్చును. దీనితో $10^{-8}$ కూలామ్‌లు, లేదా $10^{-11}$ ఆంపియర్‌ల అయనీకరణ ప్రవాహములను సైతము కొలువ వీలున్నది. అన్నిటిలో అదియే ఎక్కువ మేటియంత్రము.

వి. పా. ప్ర.

స్నిగ్ధత: పెట్రోలు, నీరు, మంచినూనె, ఆముదము, తారు - ఈ ద్రవములతో నింపిన అయిదునాళములలో - ఒకే ఉరవుగల ఇనుపగుండ్లు అయిదింటిని ఒక్కొక్క నాళములో ఒక్కొక్కటివంతున ఒకేసారి వదలిన, అవి అన్నింటియందును ఒకేసారి అడుగునకు చేరలేవు. పెట్రోలు, నీటి నాళములందు గుండ్లు శీఘ్రముగను; ఆముదము, తారు నాళములందు ఆలస్యముగను క్రిందికి దిగును. దీనిని బట్టి భిన్నద్రవములందు ఆగుండ్లు భిన్నవ్యవధులలో ప్రయాణముచేయుట గోచరమగును. ఇది ఏమని ఆలోచించిన గుండ్లు ప్రయాణముచేయునపుడు అవి ప్రయాణముచేయుచున్న యానకస్వభావమునుబట్టి ఒకవిధమైన నిరోధకశక్తి

వాటిగమనమును నిరోధించుచుండునని తెలియును. ఇట్టి విశిష్టద్రవ్యభావమే 'స్నిగ్ధత' అనబడును. ద్రవద్రవ్యములకేగాక వాయువులకు కూడ స్నిగ్ధత కలదు.

ఘనద్రవ్యములుకూడా స్నిగ్ధతాలక్షణమును కలిగి ఉన్నట్లు కనిపించుచున్నది. ఓడకీలు, అస్ఫాల్ట్ (రోడ్లు వేయుటకు ఉపయోగించు గట్టితారు)ను గరాటులో ఉంచి కొన్ని దినముల తరువాత చూచినచో ఆ గట్టి తారు కొద్ది కొద్దిగ గరాటునుండి క్రిందకు దిగును. భూమి లోపలి రాతి పొరలు పరిశీలించిన అవి వికారమొందినట్లు కనిపించుటకు కూడ ఇదియే కారణము. ఇట్లు వికారమొందుటకు కారణము ఘనద్రవ్యము స్నిగ్ధతను కలిగి ఉండుటయే.

దీనినిబట్టి ద్రవ్యావస్థలన్నిటియందును, ఈస్నిగ్ధతాలక్షణమును పరిశీలింపవచ్చును. ఒక నాళముద్వారా ప్రవహించుచున్న ద్రవమును అనేక సకేంద్రస్థూపకములుగా భావించినచో నాళపుగోడలకు అంటిపెట్టుకొనిఉన్న పొరయందు ప్రవహించుచున్న అణువులవేగము తరువాత పొరయందలి వాటివేగముకంటె చాలతక్కువ. మొదటి పొరయందలి కొన్ని అణువులకు నాళముయొక్క స్పర్శ ఉండుటచే వాటి గతిశక్తిని కొంత నాళముయొక్క గోడలు అరికట్టును. అందుచేత దానివేగము తగ్గును. రెండవపొరలో ప్రవాహము మొదటి పొరలోకన్న ఎక్కువగా ఉండును. మూడవ పొరలో రెండవ పొరలోని వేగముకన్న ఎక్కువగా ఉండును. ఇట్లే నాళకేంద్రమువైపు వచ్చు కొలది ప్రవాహపు సాపేక్ష వేగము హెచ్చుగుచుండును. నాళపు సంపర్కములో ఉన్న పొరలోని అణువులగతిని నాళము ఎట్లు నిరోధించునో రెండవ పొరలోనున్న అణువులగతిని మొదటిపొరలో క్షీణగతిలో నున్న అణువులు అట్లే నిరోధించును. ఇట్టి నాళములో ప్రవహించుచున్న ద్రవప్రవాహవేగము తగ్గుటకు కారణమే ద్రవముయొక్క స్నిగ్ధత. ఈ విషయమును మొట్టమొదట మాక్స్‌వెల్ (చూ. పు. 531) కనిపెట్టెను.

**స్నిగ్ధతను కొలుచుట :** ఒక నియతకాలములో సమాన అడ్డుకొలతగల కేశనాళముగుండా ప్రవహించిన ద్రవఆయతనమును కనుగొని మొట్టమొదట ప్వాజాల్లె (1842) ఈ క్రింది సమీకరణమును ప్రకటించెను. ఇందు కేశనాళము యొక్క రెండు చివరలవద్ద ప్రేషభేదము స్థిరముగా ఉండవలెను; నాళపుగోడకు సమీపమున ఉన్న ద్రవపు పొర తటస్థముగా ఉన్నట్లు భావించవలెను :

$$R = \frac{\pi P r^4}{8 \eta l}$$

ఇందు R = ఒక ప్రమాణకాలము (సెకను)లో నాళము గుండా ప్రవహించిన ద్రవపు ఆయతనము; P = ప్రేషము; $r$ = నాళపు వ్యాసార్ధము; $l$ = నాళపు దైర్ఘ్యము; $\eta$ = స్నిగ్ధతా స్థిరాంకము. దీనికి ప్వాజాల్లె సమీకరణమని పేరు.

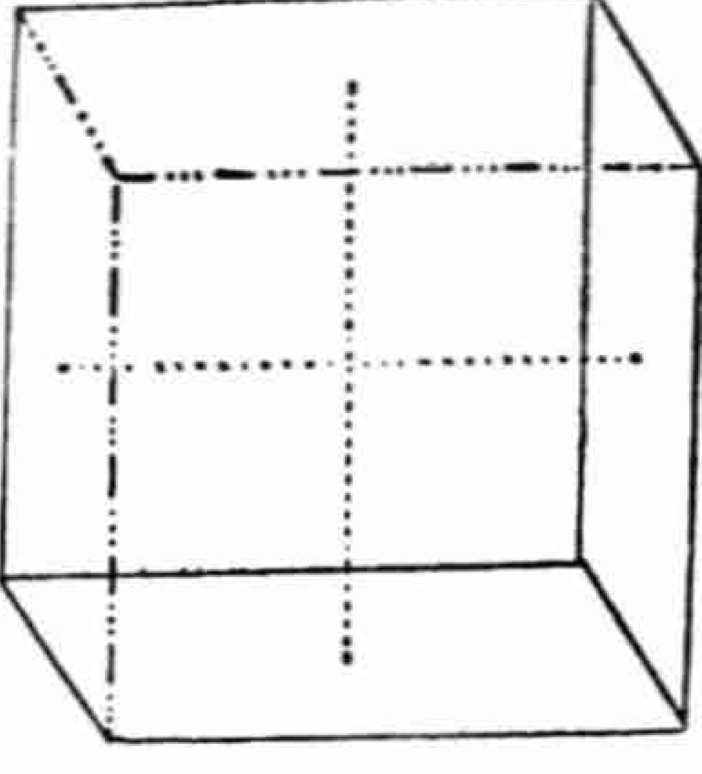
**వాయువుల స్నిగ్ధత :** ద్రవములు అసంపీడ్యములు (నొక్కుటకు వీలుకాని) అను భావమును ఆధారముగా తీసికొన్నపుడు పైన ఉదాహరించిన సమీకరణము లభించినది. కాని వాయువులు అట్లుకాక అత్యధిక సంపీడ్యములు, అందుచేత కేశనాళములందు ఒకచోట వాయుఅణుసాంద్రత ఎక్కువగను, మరియొకచోట తక్కువగను ఉండుట సంభవించును. కాబట్టి వాయు స్నిగ్ధతను గణించునపుడు కేశనాళముగుండా ఒక సెకనుకు ప్రవహించు ఆయతనమునకు బదులు ద్రవ్యరాశిని తీసికొందురు.

**స్నిగ్ధత - తాపక్రమము :** స్నిగ్ధతా తాపక్రమసంబంధము ద్రవ్యావస్థనుబట్టి ఉండును. ద్రవముల తాపక్రమము హెచ్చుకొలది వాటి స్నిగ్ధత తగ్గిపోవుచుండును. మాటకు, మనము ఆముదము సేవించునపుడు దానిని వెచ్చచేయుదుము. చల్లగానున్నపుడు చిక్కగానున్న ఆముదము వెచ్చ చేయగనే పలుచనగును. ఇట్లే మోటారుకారు రేడియేటరునందు పోసిన నీరు యంత్రము వేడిగనున్నపుడు సామాన్యముగ ఉన్నప్పటికంటె ఆరురెట్లు వేగముగ కారిపోవును. దీనినిబట్టి ద్రవ్యముల స్నిగ్ధత తాపక్రమము హెచ్చుకొలది తగ్గిపోవునని తెలియుచున్నది. కాని వాయువులందు ఇట్లుగాక తాపక్రమముతోబాటు వాటి స్నిగ్ధత హెచ్చుచుండును. తాపక్రమము హెచ్చుచున్నపుడు వాయుఅణువులు మరింత స్వేచ్ఛగా పరుగులిడును. అప్పుడు అందు పరస్పర సంఘాతములు హెచ్చు అయి వాటి గతిశక్తి పరస్పరము మార్చుకొనును. ఈ మార్పువలన గతిశక్తి కొంత క్షీణించును. అందుచే వాయు తరలత తగ్గి స్నిగ్ధత హెచ్చును.

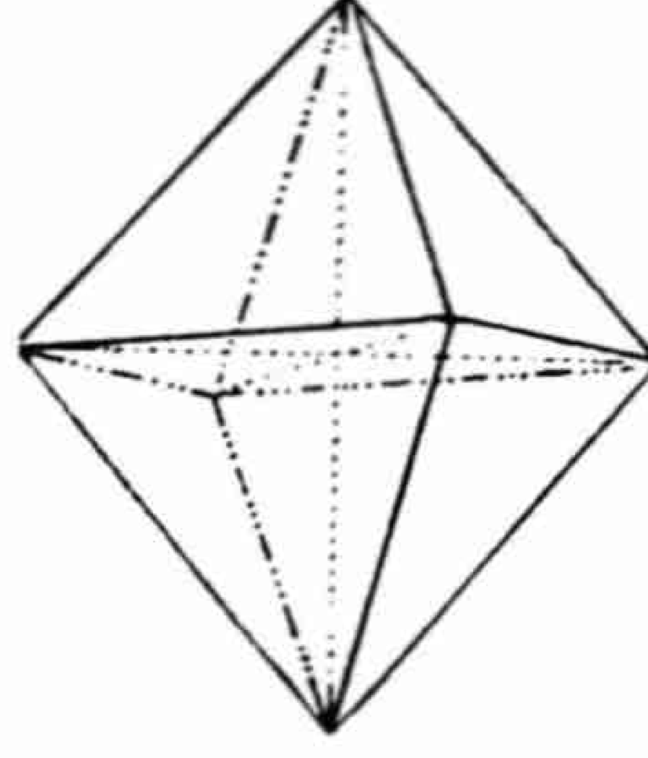
ద్రవ్యముల స్నిగ్ధతను ఆధారముగ తీసికొని యంత్రములందు ఘర్షణ (రాపిడి) ను నిర్మూలించుటకుగాను, అనేక రకములైన నూనెలను కందెన (లూబ్రికెంట్)లుగ వాడుచున్నారు. బండియందు ఇరుసు - చక్రముల మధ్య జనపనార, ఆముదము వాడుట ఆముదముయొక్క స్నిగ్ధతా లక్షణములను అనుసరించియే. కందెనలు వాడినపుడు ఇరుసుపై ఒకవిధమయిన పలుచని నూనెపొర ఏర్పడును. కాని గ్లిసరిన్, ఆముదపు స్నిగ్ధతలు రమారమి సమానమైనప్పటికి గ్లిసరిన్ అభ్యంజనమునకు పనికిరాదు. దానికి కారణము ఆముదమువలె గ్లిసరిన్ పొరగా ఏర్పడదు.

Blank Page

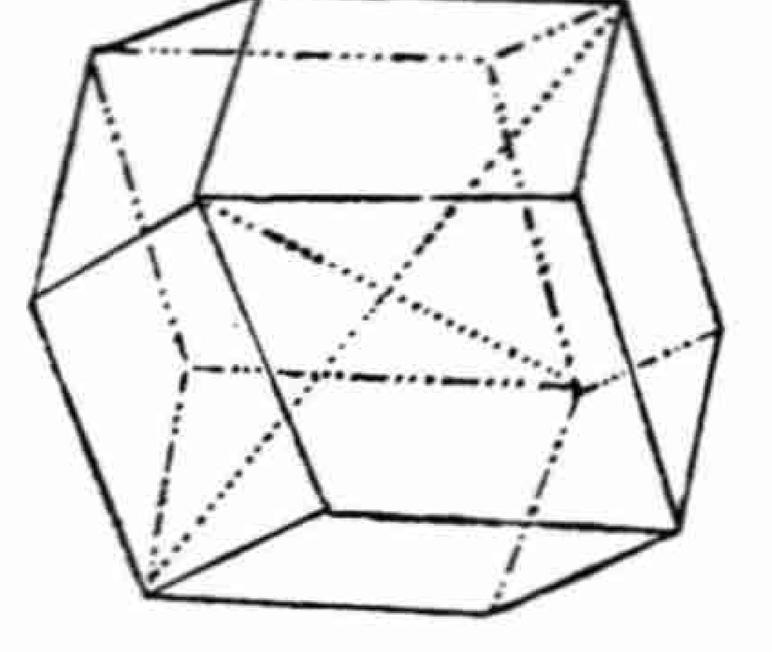
## స్ఫటిక విభాగములు



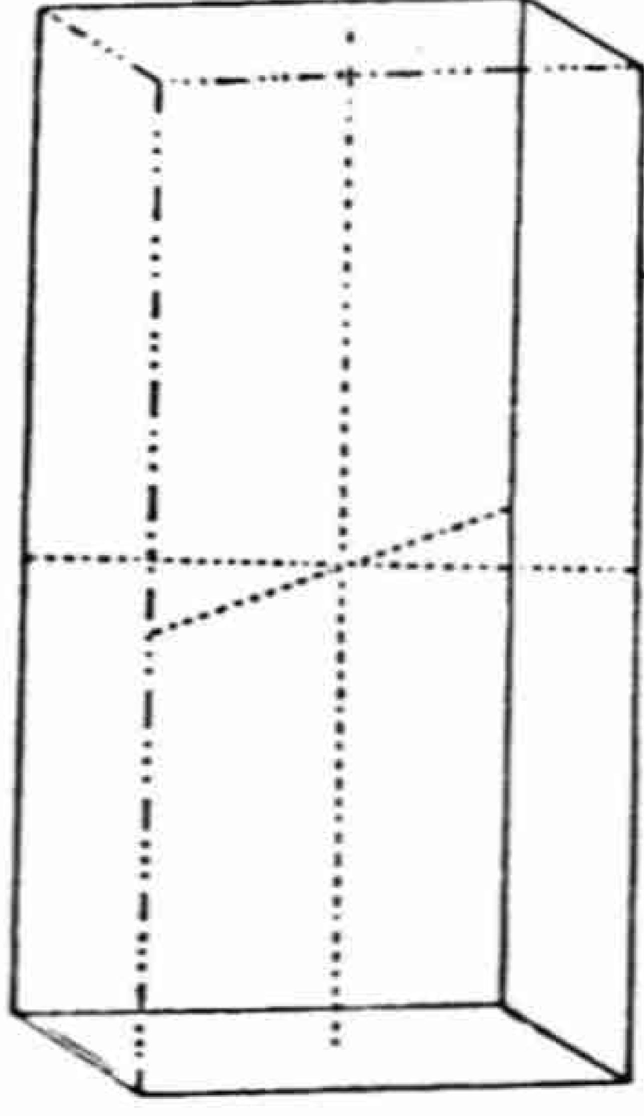
1 వ పటము :
సరళఘనపద్ధతి : ఘనము
(క్యూబిక్)



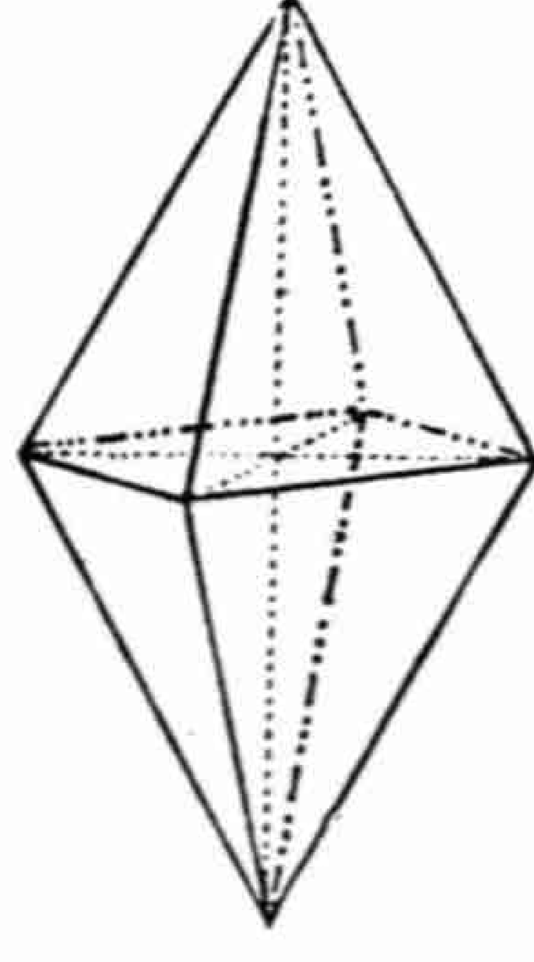
2 వ పటము :
సరళఘనపద్ధతి : సమాష్టానీకము
(ఆక్టోహీడ్రన్)



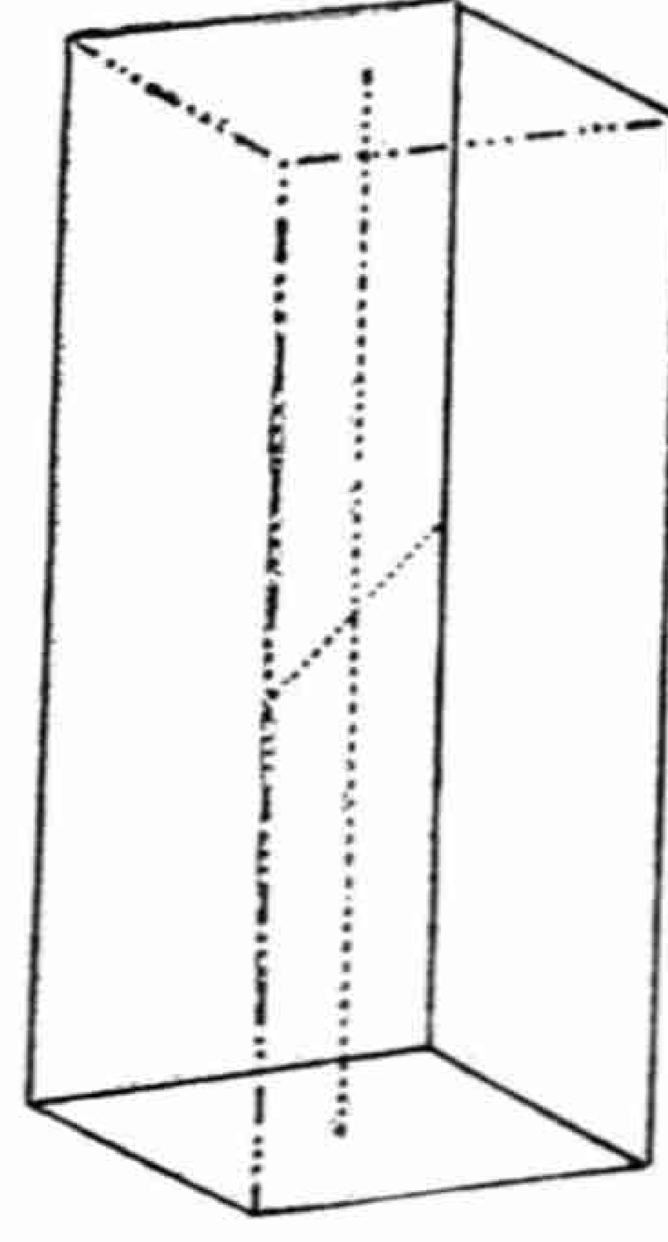
3 వ పటము :
సరళఘనపద్ధతి : ద్వాదశానీకము
(రాంబిక్ డొడెకాహీడ్రన్)



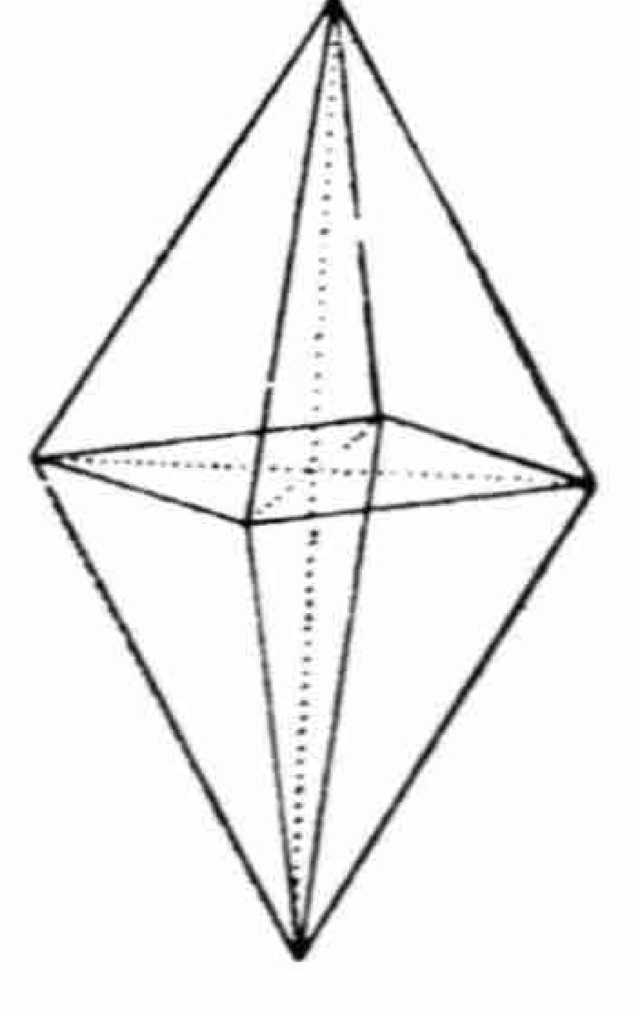
4 వ పటము :
చతుష్కోణపద్ధతి : ప్రిజ్మ్
(క్వాడ్రాటిక్)



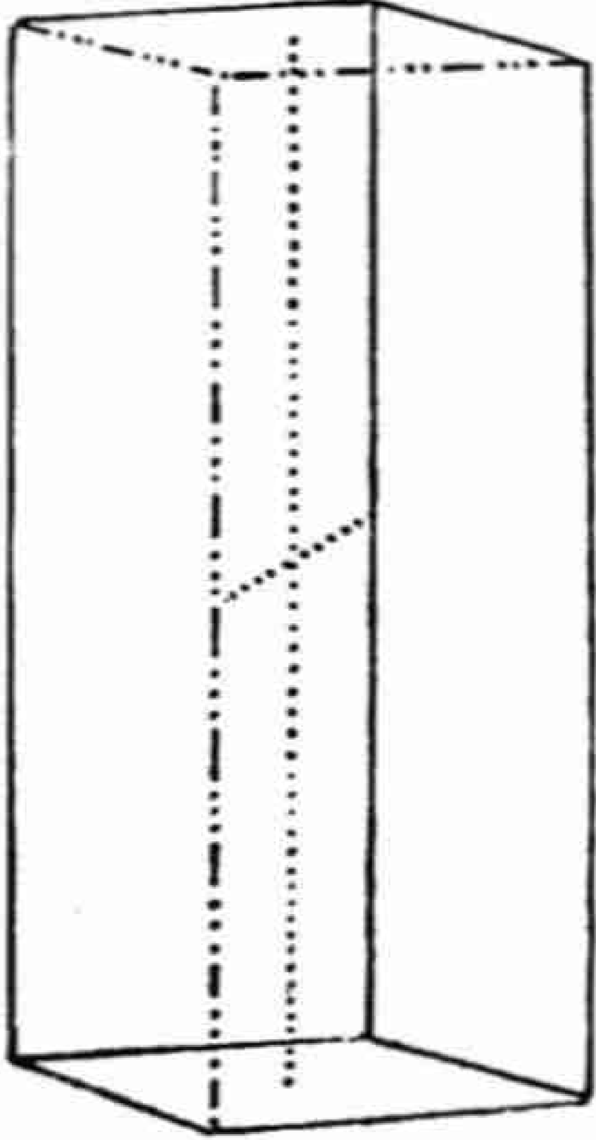
5 వ పటము :
చతుష్కోణపద్ధతి : అష్టానీకము
(క్వాడ్రాటిక్)



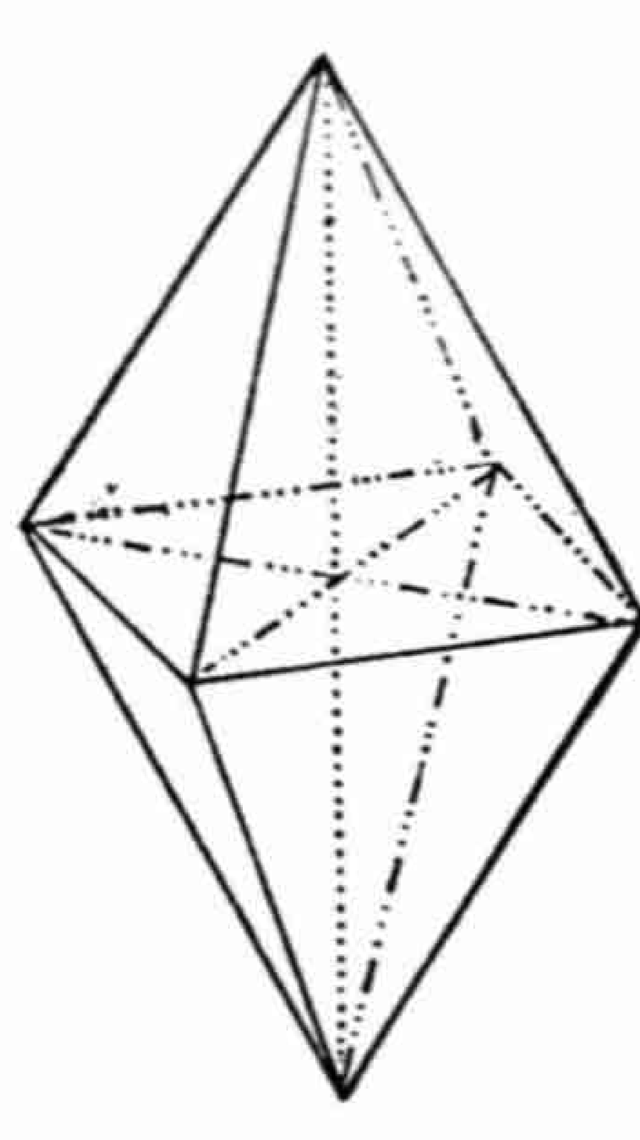
6 వ పటము :
సమచతుర్భుజపద్ధతి : ప్రిజ్మ్
(రాంబిక్)



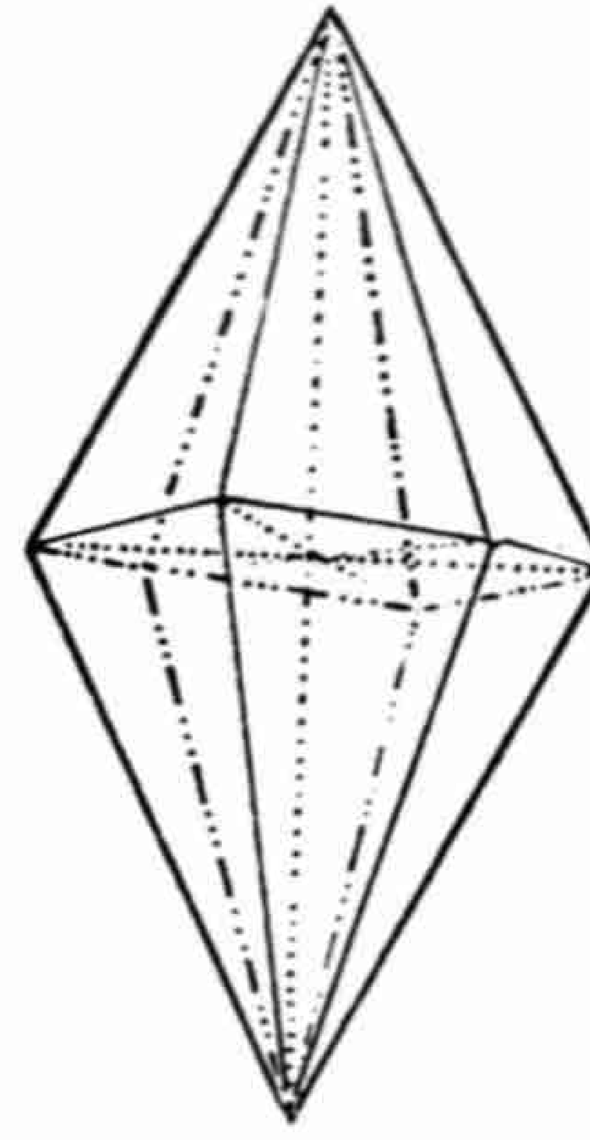
7 వ పటము :
సమచతుర్భుజపద్ధతి : అష్టానీకము
(రాంబిక్)



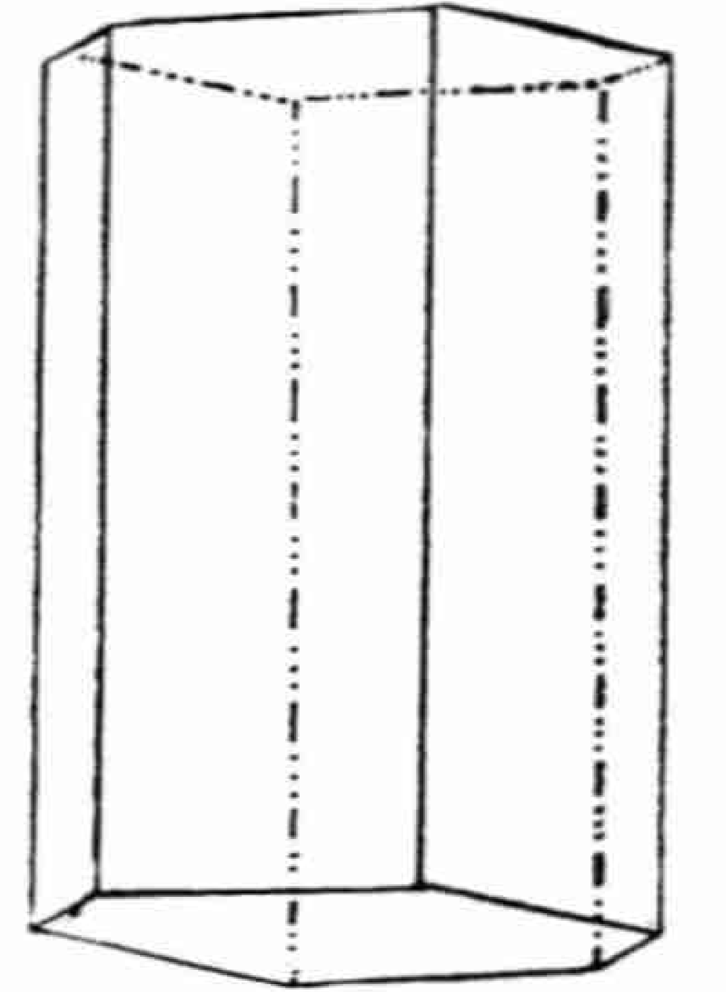
8 వ పటము :
ఏకనతపద్ధతి : ప్రిజ్మ్
(మోనోక్లినిక్)



9 వ పటము :
త్రినతపద్ధతి : అష్టానీకము
(ట్రైక్లినిక్)



10 వ పటము :
షట్కోణపద్ధతి : ద్వాదశానీకము
(హెక్సాగొనల్)



11 వ పటము :
షట్కోణపద్ధతి : ప్రిజ్మ్
(హెక్సాగొనల్)

నేటి యంత్రములన్నిటియందు అభ్యంజనములను విరివిగా వాడుచున్నారు. మే. వ. న.

**స్ఫటికములు** (క్రిస్టల్స్) : సృష్టియందలి సుందరమైన ద్రవ్యములు కళోపాసకులనేకాక శాస్త్రజ్ఞులనుకూడ ఆకర్షించుననుటకు స్ఫటికములు సాక్షీభూతము అగుచున్నవి. ఖనిజములుగా లభించు కొన్ని ద్రవ్యములందు మనోహరమైన ఆకృతియు, వాని నిర్మాణమునందు సౌష్ఠవము కల విన్యాసమును కన్పించును. సింధుదేశమునందు దొరకెడి రాతిఉప్పు, నల్లశానము (గ్రానైట్) నందు తళతళ మెరయుచు తెల్లగా కనుపించెడి కాచమణి (క్వార్ట్జ్) స్ఫటికములును ఇట్టివానికి కొన్ని ఉదాహరణములు. స్ఫటికాకృతిగల ద్రవ్యములందు మిక్కిలివిలువైనవి కూడ కలవు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని వజ్రకరూరు, బనగానపల్లి మొదలగు స్థలములందు దొరకు వజ్రములును ; సిమెంటు తయారు చేయుట కుపయోగపడు క్యాల్సైట్ అను సున్నపు రాళ్లు ; పెన్సిళ్లు, మూసలు తయారుచేయుటకు ఉపయోగపడుచున్న గ్రాఫైట్ విలువైన స్ఫటికములకు తార్కాణములు. స్ఫటికముల మనోహరాకృతియు, విలువయును అనేకశాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిని ఆకర్షించి వాటిని గూర్చిన విజ్ఞాన కృషికి కారణమైనవి. అందువలన అది ఒక ప్రత్యేక శాస్త్రముగా పరిణతినందినది. వైజ్ఞానికుల అవిరత పరిశోధనలఫలితముగా ఘనద్రవ్యముల స్వరూప స్వభావములు స్పష్టముగా అవగతమైనవి.

స్ఫటికాకృతిగల ద్రవ్యములను, సంతృప్తద్రావణమును చల్లార్చి స్ఫటికీకరించుటవలనగాని, కరగి ద్రవమైన ద్రవ్యమును చల్లార్చుటవలనగాని, ఆవిరిగా మారిన పదార్థమును చల్లార్చిగాని తయారుచేయుటకు వీలగును. ఈపద్ధతులలో అనువైనదానిని ఉపయోగించి కొన్ని సెంటీమీటరుల పరిమాణముగల స్ఫటికములనుకూడ తయారు చేయవచ్చును. స్ఫటికములు కృతకముగా తయారగు విధానమును పరీక్షించితిమేని, ఆ స్ఫటిక ద్రవ్యమందలి పరమాణువులు క్రమముగా అమరి పెద్దపెద్ద స్ఫటికములుగా పరిణమించునని తోచును. ఈ విషయమునే, ప్రత్యక్షప్రమాణముగా కాన్పించనప్పటికిని, మూడువందల ఏండ్ల నుండి వైజ్ఞానికులు దృఢముగానమ్మిరి. ఈనమ్మికతో వారు స్ఫటికముల గూర్చి సేకరించిన విజ్ఞానము 1. వానిని గుర్తించుటకును, 2. వాటిని వర్గములుగా విభజించుటకును, 3. పరమాణుభారనిర్ణయమునకును సహకారియైనది.

ఒకేద్రవ్యపు స్ఫటికములను పెద్ద, చిన్న భేదముతో నిమిత్తములేకుండ గ్రహించి వాని ముఖోపరితలముల మధ్యనున్న కోణములను కొలిచినచో ఒకేరకపుతలముల మధ్యనున్న కోణములు సమానముగా ఉండును. ఇందువలన స్ఫటికముల ముఖోపరితలముల మధ్యనుండు కోణములను వాని ముఖ్యలక్షణములలో ఒకటిగా మనము గ్రహించవచ్చును.

ఆకృతి భేదములనుబట్టి స్ఫటికములను ఏడు ముఖ్య విభాగములు చేయుటకు వీలగును : 1. సరళఘనపద్ధతి [(క్యూబిక్), చూ. 1, 2, 3 పటములు.]; 2. చతుష్కోణపద్ధతి [(క్వాడ్రాటిక్), చూ. 4, 5 పటములు.]; 3. సమచతుర్భుజపద్ధతి [(రాంబిక్), చూ. 6, 7 పటములు.]; 4. ఏకనతపద్ధతి [(మోనోక్లినిక్), చూ. 8 వ పటము.]; 5. త్రినతపద్ధతి [(ట్రైక్లినిక్), చూ. 9 వ పటము.]; 6. షట్కోణపద్ధతి [(హెక్సాగొనల్), చూ. 10, 11 పటములు.]; 7. సమచతురస్రపద్ధతి; [(రాంబోహీడ్రన్), చూ. 503 వ పుటలలో నున్న కాల్సైట్ పటము].

పైచెప్పిన స్ఫటికవిభాగములకుచెందిన 7 విధములగు పద్ధతులకు పటములను చూడనగును.

1819 లో మిచర్లిక్ స్ఫటికాకృతిగల సోడియమ్, పొటాసియమ్, అమోనియమ్ ఫాస్ఫేట్, ఆర్సెనేట్ గురించి పరిశోధనల జరుపుచు సరూప స్ఫటికాకృతిగల ద్రవ్యములందు పరమాణువుల రచనా సంవిధానము ఒకే రీతిగ ఉండునని తెల్పెను. ఈ పరిశోధనల వలన తేలిన అంశమును ఆయన 'సరూపస్ఫటికాకృతిగల వేర్వేరు ద్రవ్యములయందు సమానసంఖ్యగల పరమాణువులు ఒకేరీతిని అమరియుండును' అను సామాన్య సూత్రముగా నిర్వచించెను. ఈసూత్రము కొన్ని మూలద్రవ్యముల సందర్భమునందు పరమాణుభార నిర్ణయమునకు తోడై రాసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులకు ఉపకరించినది.

డ్యూమా వెండి (సిల్వర్) పరమాణుభారమును సరిదిద్దుటకు ఈ నియమమును ఉపయోగించెను. సిల్వర్ సల్ఫైడ్‌యును, కాపర్‌సల్ఫైడ్‌యును ఒకేస్ఫటికాకృతి కలిగి ఉన్నట్లు వాని కోణములవలనను, రూపములవలనను రుజువగును. అందువలన కాపర్‌సల్ఫైడ్‌సాంకేతికము $Cu_2S$ అయినచో, సిల్వర్‌సల్ఫైడ్‌సాంకేతికము $Ag_2S$ కావలెను. ఈనియమమువలన ఒక సల్ఫర్ (గంధక) పరమాణువుతో, రెండు వెండిపరమాణువులు సంయోగించునని సులువుగా భావించవచ్చును.

స్ఫటికములందున్న పరమాణువులు వరుసలో అమరియున్నవని లవే X - కిరణ పరిశోధనవలన ప్రయోగమూలముగా 1912 లో గ్రహించుటకు వీలైనది. [చూ. ఎక్స్ (X) కిరణములు : స్ఫటికరచన - పు. 222]

X - కిరణపరిశోధనవలన ద్రవ్యములు ఒకేస్ఫటికాకారమును కలిగియుండుటకు వాటిలోనున్న స్ఫటికఘటకముల పరిమాణసాదృశ్యము కారణమని తేలినది. అందువలననే వేర్వేరు యోజనీయతలుకల సోడియమ్ నైట్రేట్, $NaNO_3$, కాల్సియమ్ కార్బొనేట్ ; $CaCO_3$ లవణములు రెండును ఒకే స్ఫటికాకృతి కలిగియున్నవి.

గేలుసాక్ పొటాసియమ్ పటికముక్కను అమోనియా పటికద్రావణములో వైచినప్పుడు క్రమముగా అది పెద్దది అగునని కనిపెట్టెను. పొటాసియమ్ పటికలోనున్న అణువుల కూర్పును ఆధారము చేసికొని అట్టి అణువుల కూర్పే కల అమోనియా పటిక దానిపై ఏర్పడును. సరూపస్ఫటికాకృతిగల రెండు ద్రవ్యములలో ఏదైనను తక్కిన ద్రవ్యసంతృప్తద్రావణమునందు వృద్ధినందునని ఈ ప్రయోగము నిరూపించును. ఈ స్వభావము సరూపస్ఫటికాకృతిగల పదార్థముల ముఖ్యస్వభావముగా నేడు తలచుచున్నారు. హ. ఆ. శే.

**హంఫ్రీడేవీ (1778 - 1829)** : ఇంగ్లీషు రాసాయనికుడు. ఔషధరాసాయనిక శాస్త్రమును అభ్యసించి వైద్యవృత్తిని అవలంబించెను. 1799 లో నైట్రస్ ఆక్సైడ్‌ను గూర్చిపరిశోధనలు చేసి దాని యందు శామక గుణమును కనుగొనెను. ఈ కృషి ఫలితముగ డేవీకిరాయల్ ఫిలసాఫికల్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్‌లోఉద్యోగము లభించెను.



హంఫ్రీడేవి

'డేవీ రక్షక దీపము' అని వ్యవహరింపబడు సాధనమును హంఫ్రీ డేవీ నిర్మించెను. గనులలో తరచు సంభవించు విదారుణ ప్రమాదములు జరుగకుండ ఈ సాధనము గని కార్మికుల పాలిట ప్రాణప్రదమైనది. డేవి పరిశోధనాకృషి ఫలితముగ సోడియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ మూలద్రవ్యముల ఉనికి ప్రపంచమునకు మొట్టమొదట తెలిసినది. * * *

**హాఫ్‌మాన్ విధానము** : చూ. అణుభార నిర్ణయము పు. 126.

**హాఫ్నియమ్** : ఇది రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; పరమాణ్వంకము 72; సంకేతము Hf; పరమాణుభారము 178.5; విశిష్టగురుత్వము 13.09; ద్రవాంకము 2200°C, క్వథనాంకము 5400°C. దీని ఉనికిని కాస్టర్, హెవిసే కనుగొన్నారు (చూ. టైటానియమ్ వర్గము - పు. 353).

**హీలియమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము, పరమాణ్వంకము 2; సంకేతము He; పరమాణు భారము 4.003; విశిష్టగురుత్వము 0.000166; ద్రవాంకము −271.4°C (30 వాతావరణలవద్ద); క్వథనాంకము −268.93°C. దీని ఉనికిని 1818 లో రామ్జీ, క్లీవ్; 1868 లో నార్మన్‌లాక్‌యర్, 1895 లో పియర్ జూల్స్, సీడర్ జాన్సన్ కనుగొనిరి. * * *

**హెర్ట్స్, గస్టావ్ (1887 - 1950)** : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. ఈయన హెన్రిక్‌రుడోల్ఫ్‌హెర్ట్స్ సోదరుని పుత్రుడు. గాటింజన్, మ్యూనిక్, బెర్లిన్ యూనివర్సిటీలలో చదువుకొని మొదట హాల్‌యూనివర్సిటీయందు, తరువాత బెర్లిన్‌లోను ఆచార్యత్వమును నెరపి తుదకు సీమెన్స్ కంపెనీవారి నూతనాన్వేషణశాఖకు డైరక్టరుగా నియమితుడు అయ్యెను. 1925 లో ఫ్రాంక్‌తో కూడ ఈయనకు నోబెల్ బహుమానము పంచబడినది. ఈ బహుమానము ఈయనకు పరమాణువులపై ఎలక్ట్రాన్‌ల ఆఘాతముల వలన కలుగు ఫలముల ననుశీలించినందుకై ఈయబడినది. జి. సు. రె.

**హెర్ట్స్, హెన్రిక్ (1857 - 1894)** : జర్మను భౌతిక విజ్ఞాని. 1880 లో హెల్మ్‌హోల్ట్స్‌కు సహాయకుడుగా పనిచేసెను. బాన్‌యూనివర్సిటీ యందు క్లాసియస్ ఆచార్యుడు విడిచిపెట్టిన ఆచార్యపీఠమును ఈయన అధిష్ఠించెను. హెర్ట్స్‌తరంగములని పిలువబడు రేడియో తరంగములను ఆవిష్కరించినవాడు ఈయనే. ఈ తరంగముల ఉనికిని మాక్స్‌వెల్ అంతకుపూర్వమే సిద్ధాంత రీత్యా నిర్దేశించగలిగెను. పరావర్తన, వక్రీభవన, ధ్రువీభవన ధర్మములయందు ఈ తరంగములు కాంతితరంగములవలెనే ప్రవర్తించునని నిరూపించి, కాంతి విద్యుదయస్కాంత కిరణమను మాక్స్‌వెల్ భావమును రుజువు చేసెను. జి. శి. రా.

**హెర్మెన్ స్టాడింగర్** (జననము 1881) : జర్మను రాసాయనికుడు జర్మనీలో వర్మెస్‌వద్ద జననము. హాల్‌లో డాక్టరేట్ బిరుదమును సంపాదించి, స్ట్రాజ్‌బర్గ్, కార్ల్‌స్రూహ, జూరిక్ యూనివర్సిటీలలో పనిచేసెను. తరువాత ఫ్రైయ్‌బర్గ్ యూనివర్సిటీయందు రాసాయనికశాస్త్ర ఆచార్యపీఠమును అలంకరించెను. ఇచ్చట చివరకు ఇతడు స్థూలాణు రాసాయనికశాస్త్ర (మాక్రో - మోలిక్యులర్ కెమిస్ట్రీ) శాఖకు దర్శకుడుగా ఉన్నరోజులలో అతి స్వల్ప

పరిమాణములు గల అణువులు కేవల భౌతిక సంఘాతము వలన గాక, సాక్షా ద్రాసాయనిక సంయోగమువలన బహ్వాణుకములగు గుణితాంగరూపముల (పోలిమర్స్) ను ఇచ్చునని నిరూపించెను, ఈ విధానమున అతిదీర్ఘ రేఖాకార అణువులను సంయోజన పద్ధతిని సృజించ వచ్చునని ప్రయోగ విశదము గావించెను. ఈ క్షేత్రములందు ఈతని ప్రముఖ నిర్వహణ అతిక్లిష్టమగు గుణితాంగరూప ద్రవ్యముల స్నిగ్ధత (విస్కాసిటీ)కును వాటి అణుభారములకును గల సన్నిహిత సంబంధమును వెల్లడిపరచుట. ఈ శాస్త్రశ్రమకై ఈతనికి 1953 లో నోబెల్ బహుమతి లభ్యమైనది. మే. వ. న.

**హెల్మ్‌హెూల్ట్స్, హెర్మన్ లుడ్విగ్** (1821 - 1894) : జర్మను శారీరకశాస్త్రవేత్త, భౌతికవిజ్ఞాని. బెర్లిన్‌లో చదువుకొని 1848 లో అకాడెమీ ఆవ్ ఫైన్ ఆర్ట్స (లలితకళాపరిషత్తు) లో శారీరకరచన (అనాటమీ) ఆచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. నాటి శాస్త్రజ్ఞలోకమునకు నేతృత్వపదవిని అలంకరించిన జ్ఞానవీరులలో ఈయన ప్రథముడు. విద్యుత్ ప్రవాహతీక్ష్ణతను కొలుచుటకు గాల్వనీమీటరును. ధ్వనిని అధికీకరించుటకు ఒక అనునదకము (రెజొనేటర్) ను నూతనముగా నిర్మించెను. తాపము, ఇతర శక్తులమధ్య జరుగు పరస్పర వినిమయ సంఘటనలకు అన్వయించు నియమములను క్రోడీకరించియు, క్రియాశీల శక్తి (ఫ్రీ ఎనర్జీ) భావమును ప్రవేశపెట్టియు, శక్తిశాస్త్రమును సృజించెను. చాక్షుషశాస్త్రమునందు, ధ్వనిశాస్త్రమందు నరముల ప్రవృత్త్యనుశీలనమునకు భౌతికశాస్త్ర పద్ధతులను అన్వయింప చేయుటయందు, విద్యుత్‌రంగమందు, గతిశాస్త్రమందు, ఇది అది అననేల ఈయన తడవనివి, పెంపొందించనివి శాస్త్రశాఖ లేవియును లేవు. జ్ఞానోపలబ్ధిమీమాంస (ఎపిస్టిమోలోజీ)లో, జ్ఞానమంతయు అనుభవజన్యమేకాని అంతఃకరణ సహజము కాదని ఈయన విశ్వాసము. కె. గె.

**హెస్, విక్టర్** (జననము 1883) : ఆస్ట్రియా - యునైటెడ్ స్టేట్స్ భౌతికవిజ్ఞాని. గ్రాజ్ యూనివర్సిటీలో విద్యను అభ్యసించి, అనేకస్థలముల ఉపాధ్యాయోద్యోగములను నెరపినతరువాత న్యూయార్క్‌లో ఫార్డామ్ యూనివర్సిటీయందు 1938 లో భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడుగా ప్రవేశించెను. ఒకగ్రాము రేడియమ్‌నుండి నియత కాలములో విడుదలయగు ఆల్ఫాకణములను, ఆర్. డబ్ల్యు. లాసన్‌తో కూడ పనిచేసి లెక్కించగలిగెను. విశ్వకిరణానుశీలనకు కడంగినవారలలో ఈయన మొదటివాడు. విశ్వకిరణములను గురించిన పరిశోధనలకు, ఈయనకు 1936 లో సి. డి. ఆండర్సన్ (చూ. పు. 162) తోపాటు నోబెల్ బహుమానము పంచబడినది. కె. ల.

**హేరోవ్‌స్కీ, జారోస్లావ్** (జననము1890) : జెకోస్లావేకియా రాసాయనికుడు. ప్రాగ్‌లోను, లండన్‌లోను విద్యను అభ్యసించి రెండవచోట ఎఫ్. జి. డోనన్ శిష్యుడుగా పనిచేసి మొదటి ప్రపంచ సంగ్రామ కాలమున ప్రాగ్ తిరిగి చేరుకొనెను. అచ్చటనే క్రమముగా భౌతిక రాసాయనిక శాస్త్రాచార్య పీఠమును అధిష్ఠించెను. ఈతని ఇచ్చటి పరిశోధన ఫలమే పోలారిగ్రఫీ అను ఒక నూతన పారిమాణిక రాసాయనిక విశ్లేషణసాధనము యొక్క నిర్మాణము (1925). 1959 సంవత్సరాంతమునకు ఒక పదివేలకుతక్కువ కాకుండ ఈ సాధనము యొక్క సఫలతపై పరిశోధన పత్రములు వెలుగుచూచినవను భూతార్థము ఈసాధనముయొక్క అత్యద్భుతసార్థకతను సూచించును. ఇందుకై ఇతనికి 1959 లో నోబెల్ బహుమానము వితరించబడినది. మే. వ. న.

**హేలొజన్‌వర్గము** : ఫ్లోరీన్, క్లోరీన్, బ్రోమీన్, అయిడీన్ అను నాలుగు మూలద్రవ్యములకును 'హేలొజన్‌లు' అని పేరు. ఇవి మూలద్రవ్య ఆవర్తక్రమమున ఏడవకుటుంబమునందు ఉన్నవి; ఆధాతువులందు మొదటి కుటుంబముగా భావింపనగును. అందాదర్శప్రాయమగు క్లోరీన్ సోడియమ్‌తో సంయోగము చెందినపుడు సాధారణమైన ఉప్పు లభించును. అందువలన క్లోరీన్ కుటుంబమునకు చెందిన ఈ నాలుగు మూలద్రవ్యములకును 'ఉప్పుతయారగుటకు కారణభూతములు' అను అర్థమిచ్చు 'హేలొజన్‌లు' అను గ్రీక్ భాషాజన్య పదమును వాడుచున్నారు.

హేలొజన్‌ల భౌతిక, రాసాయనిక గుణములను ఫ్లోరీన్ నుండి అయిడీన్‌వరకును వరుసగా గమనించినచో ఒక మాదిరి అవరోహణక్రమము కనుపించును. దానిని ప్రక్కపుటలోని పట్టికలో కననగును. వీని పరమాణుభారము, సాంద్రతయు హెచ్చినకొలది వాటి భౌతికస్థితి కూడ మారును. పరమాణుభారము తక్కువగాకల ఫ్లోరీన్, క్లోరీన్ వాయుస్థితిలోను, అంతకంటె పరమాణుభారము ఎక్కువ గల బ్రోమీన్ ద్రవరూపమునందును, అయిడీన్ ఘనరూపమునందును, సామాన్యముగా ఉండును.

ఈనాలుగు మూలద్రవ్యములును హైడ్రోజన్‌తో కలిసి యౌగికములను ఇచ్చును. అవి ఏర్పడుటలో హేలొజన్‌లు చూపు సంసిద్ధత ఫ్లోరీన్‌నుండి అయిడీన్‌వరకు క్రమేణ తగ్గును. వానినన్నిటిని 'హైడ్రోజన్ హేలైడ్'లు అనవచ్చును. హైడ్రోజన్ హేలైడ్‌లు అన్నియు రంగులేని

ద్రవ్యములు. సామాన్యముగా వాయురూపమున ఉండును. అతితక్కువ తాపక్రమములయందు ద్రవరూపముగాను, స్ఫటికములుగాను కూడ మారును. ద్రవరూపమునందున్న హైడ్రోజన్ హేలైడ్‌లు విద్యుత్ప్రవాహమును వహింప లేవు; కాని అవన్నియు నీటిలో విరివిగా కరగును. ఆ ద్రావణములు అన్నియు విద్యుత్ప్రసారమును అడ్డులేక పోనిచ్చును, ఇవి నీటిలో విరివిగా కరగు స్వభావముకలవి అగుటచేత తడిగాలితో కలిపినప్పుడు పొగచిమ్మును. ఈ ద్రావణములు అత్యంతశక్తిమంతమైన ఆమ్లములు.

ఆ ఆమ్లములవలన ఏర్పడు లవణములకు హేలైడ్‌లు అనిపేరు. వీనిగుణములందుకూడ సారూప్యము క్రమ భేదము గోచరించును. సిల్వర్ ఫ్లోరైడ్ నీళ్లలో కరగును. సిల్వర్ క్లోరైడ్ తెల్లగా ఉండును. నీటిలోను, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌నందును కరుగదు. అమోనియాలో స్వల్పముగా కరగును. సిల్వర్ అయిడైడ్ పసుపురంగుగా ఉండును. నీటిలోను, నైట్రిక్ ఆసిడ్‌నందును, అమోనియాలోను కరగదు. ఇట్లే కాల్సియమ్ హేలైడ్‌ల గుణములను పరిశీలించినచో ఫ్లోరైడ్ నీటిలో ద్రావణముకాదు. కాని తక్కిన హేలైడ్‌లు క్లోరైడ్, బ్రోమైడ్, అయిడైడ్ విరివిగా నీటిలో కరగును. దానిని తక్కిన హేలొజన్‌లతో సరిపోల్చి చూచిన ఫ్లోరీన్ కొన్ని విలక్షణ గుణముల చూపును. (చూ. అయిడీన్ - పు.152 , క్లోరీన్ - పు. 308 ఫ్లోరీన్ - పు. 498, బ్రోమీన్ - పు. 517). సి. వి. రా.

| గుణములు | ఫ్లోరీన్ [F] | క్లోరీన్ [Cl] | బ్రోమీన్ [Br] | అయిడీన్ [I] |
|---|---|---|---|---|
| పరమాణుభారము | 19 | 35.5 | 80 | 127 |
| రంగు | లేతహరితవర్ణము | హరితవర్ణము | ముదురుఎరుపు | నలుపుస్ఫటికములు |
| అబ్సల్యూట్ మానములో ద్రవరూపముగా మార్చు తాపక్రమము | 40 | 172.2 | 265.9 | 386.6 |
| అబ్సల్యూట్ మానములో వాయురూపముగా మార్చు తాపక్రమము | 86 | 238.6 | 331.9 | 45.6 |
| ద్రవరూపముయొక్క తారతమ్యసాంద్రత | 1.108 | 1.55 | 3.19 | 4.9 |
| మంచునీటియందు ద్రావ్యత | నీటిని విశ్లేషించును | 14.6 వెయ్యిపాళ్లలో | 41.5 వెయ్యిపాళ్లలో | 0.162 వెయ్యిపాళ్లలో |

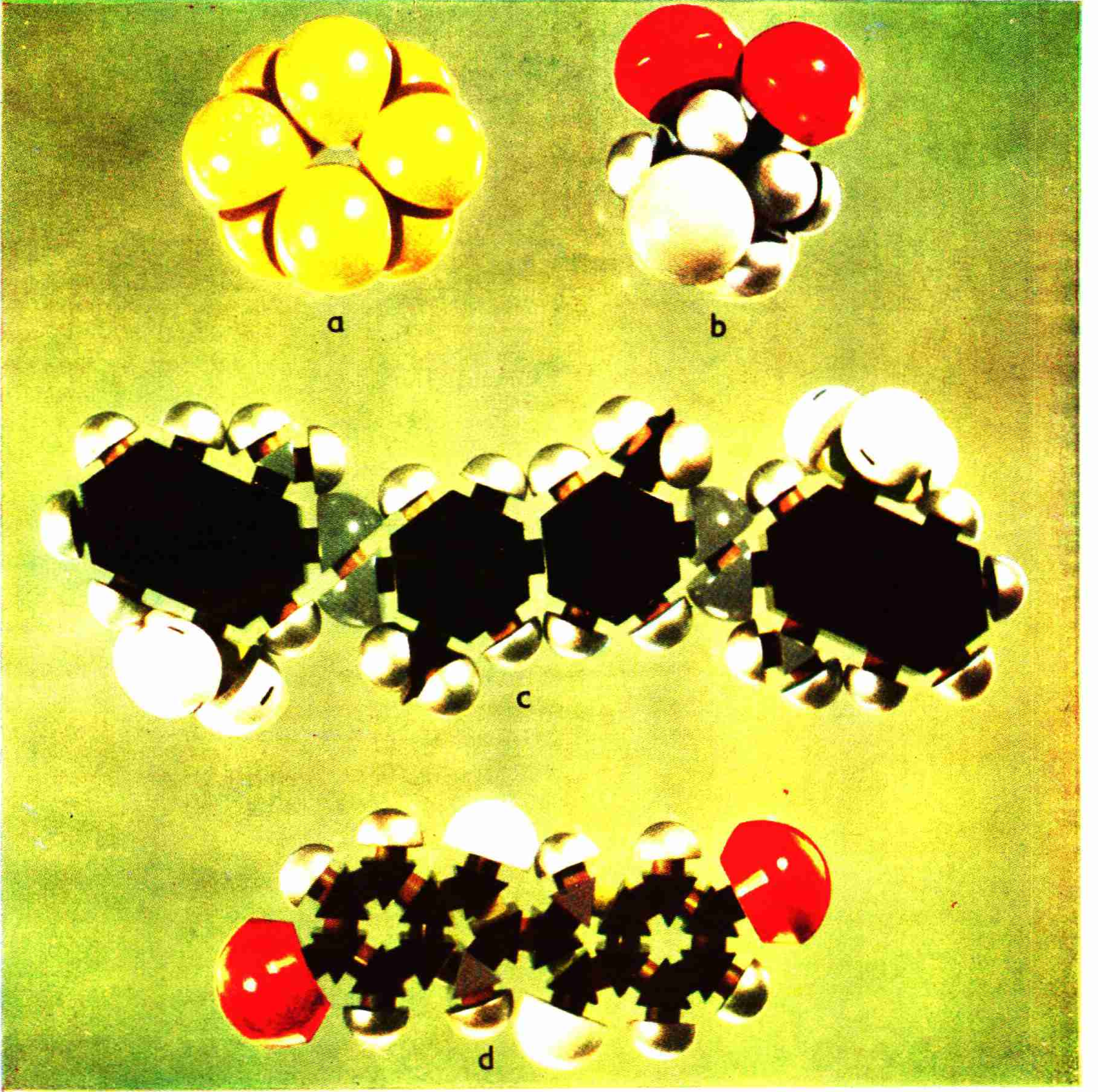
**హైగెన్జ్, క్రిష్టియన్ (1629 - 1695) :** డచ్ విజ్ఞాని. గణితమునందు, భౌతికశాస్త్రమునందు, ఖగోళవిజ్ఞానము నందు హైగెన్జ్ ప్రఖ్యాతి గడించినాడు. కాంతితరంగముల ధ్రువీకరణమును ఆవిష్కరించి తాను ప్రతిపాదించిన కాంతి తరంగసిద్ధాంతమును రుజువుచేయుటకు ఈతర్ అను ఊహా యానకమును ఊహించి నామకరణము చేసెను.

అతి అధికీకరణ సామర్థ్యము గల దూరదర్శనులను నిర్మించి శనిగ్రహమును చుట్టియుండువలయమును మొట్ట మొదట కనుగొనినాడు. యాగిల్ లోలకమును గడియారపు నిర్మాణమందు ప్రయోగించినవాడు హైగెన్జ్. అతి సూక్ష్మదూరములను కొలుచుటకనువుగా మైక్రోమీటరు అను సునిశితపరికరమును నిర్మించిన వాడితడే.

ది హేగ్ (హాలండ్) నగరమునజన్మించి, కవి, పండితుడు అయిన అతనితండ్రి కాన్‌స్టాంట్ జిన్ హైగెన్జ్ వద్ద ప్రారంభవిద్యను అభ్యసించి, లేడెన్, బ్రికా పట్టణములందు న్యాయ, గణిత శాస్త్రములందు ఉన్నతవిద్యను అభ్యసించెను. 1663 లో రాయల్ సొసైటీ (ఇంగ్లండు) సభ్యత్వము హైగెన్జ్‌కు లభించినది. 1666 నుండి 1681 వరకు ఫ్రెంచ్ రాజు 14 వ లూయీ ఆహ్వానముపై పారిస్ నగరమున తనపరిశోధనలను సాగించెను. కె. గె.

**హైడ్రాక్సిలిక్ ఆసిడ్‌లు :** చూ. కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు - పు. 275.

**హైడ్రోకార్బన్‌లు (ఆలిఫాటిక్) :** ఇందు వివృత శృంఖల యౌగికములు - సంతృప్త పారఫిన్‌లు అను వాటిని గూర్చి మొదట చర్చింతము. ఈ వర్గమునకు చెందిన యౌగికముల సామాన్య సాంకేతికము $C_nH_{2n+2}$ అగును. ఈ యౌగికముల నుండి వ్యుత్పన్నమైన ఆమ్లములు క్రొవ్వులలోను, నూనెలలోను ఉండుటచే వీటికి ఆలిఫాటిక్ [(Fat = క్రొవ్వు) తైలసావర్గ్య] యౌగికములని కూడ పేరుకలదు. ఈ వర్గమునకుచెందిన యౌగికముల సాంకేతికము ($C_nH_{2n+2}$) నుండి ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువును తొలగించగా లభ్యమగు పరమాణుకూటము ($C_nH_{2n+1}$) నకు ఆల్కిల్ గణమని పేరు. ఈ దృష్టిలో పారిఫిన్ హైడ్రో కార్బన్‌లు అన్నియు, ఆల్కిల్ గణములు హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించగా వచ్చిన యౌగికములని




(a) గంధకపు అణువు.

(b) 1 : 2 డైబ్రోమో - 4 : 5 డైక్లోరో - సైక్లోహెక్సేన్.

(c) డెల్టోపర్ ప్యూరిన్ 4 B

(d) టిరియన్ పర్పుల్

Blank Page

నిరూపించవచ్చును. ఈ అర్థములో పారఫిన్‌లకు ఆల్కేన్‌లు అను పేరు కూడ కలదు.

పారఫిన్‌లలో మొదటిది మీథేన్ ($CH_4$). ఈ వర్గములోని తక్కిన యౌగికములన్నియు మీథేన్ వ్యుత్పన్నములైనట్లు చూపవచ్చును.

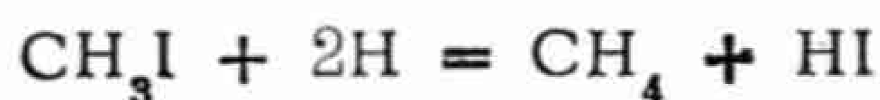
మీథేన్: ప్రకృతియందు జలప్రాయ ప్రదేశములలో క్రుళ్ళుచున్న వృక్షద్రవ్యములనుండి మీథేన్ వ్యుత్పన్నము అగును. అందువలన దీనికి మార్ష్ గాస్ (అనగా మురుగు నీటితో కలిసియున్న అవప్రదేశము) అని పేరు. ఇది మురుగు కాలువలనుండియు, నేలబొగ్గుగనులలోను, రాతినూనె గనులలోను ఉత్పన్నమగును.

తయారుచేయు విధానములు: 1. సోడియమ్ ఆసిటేట్ + సోడాలైమ్ (సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్ + పొడి సున్నము) మిశ్రమును రాగిపాత్రలో వేడిచేయుట:



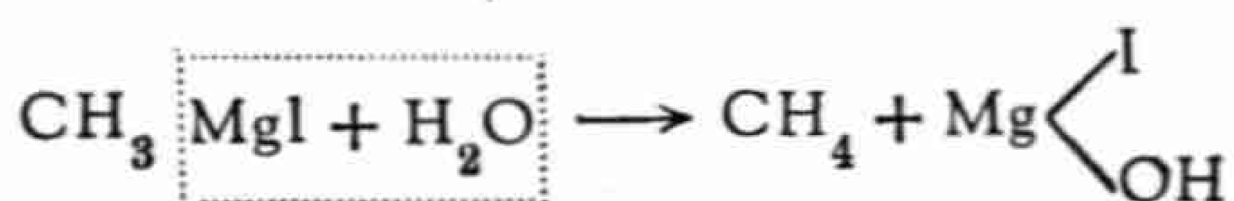
$$CH_3COONa + NaOH = CH_4 + Na_2CO_3$$

2. ఆల్కహాల్‌లో కరగించిన మెథిల్ అయిడైడ్ పై జింకు + రాగి జంటధాతువుల చర్యవలన, కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణములో ఉంచిన జింకుముక్కలపై రాగి అవక్షేపించును. అవక్షేపపుపొరఉన్న ఈ ముక్కలను ద్రావణము నుండి పైకితీసి జలముతో శుద్ధముగాకడిగి వాడవలయును. ఈధాతుద్వయము ఆల్కహాల్ నుండి ఉత్తేజిత హైడ్రోజన్‌ని జనింపజేసి మెథిల్ అయిడైడ్‌ను ఆక్సీహరించి మీథేన్ వచ్చునట్లు చేయును:



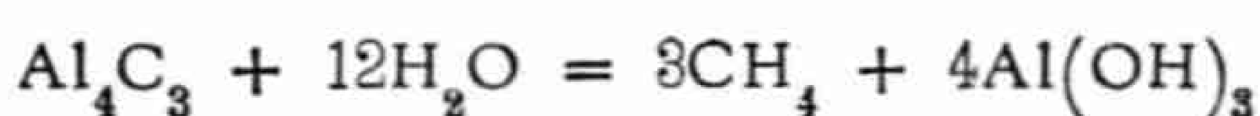
$$CH_3I + 2H = CH_4 + HI$$

3. మగ్నీషియమ్ మెథిల్ అయిడైడ్‌పై నీటిచర్య వలన: (చూ. మగ్నీషియమ్: కార్బన్ మగ్నీషియమ్ యౌగికములు - పు. 529).



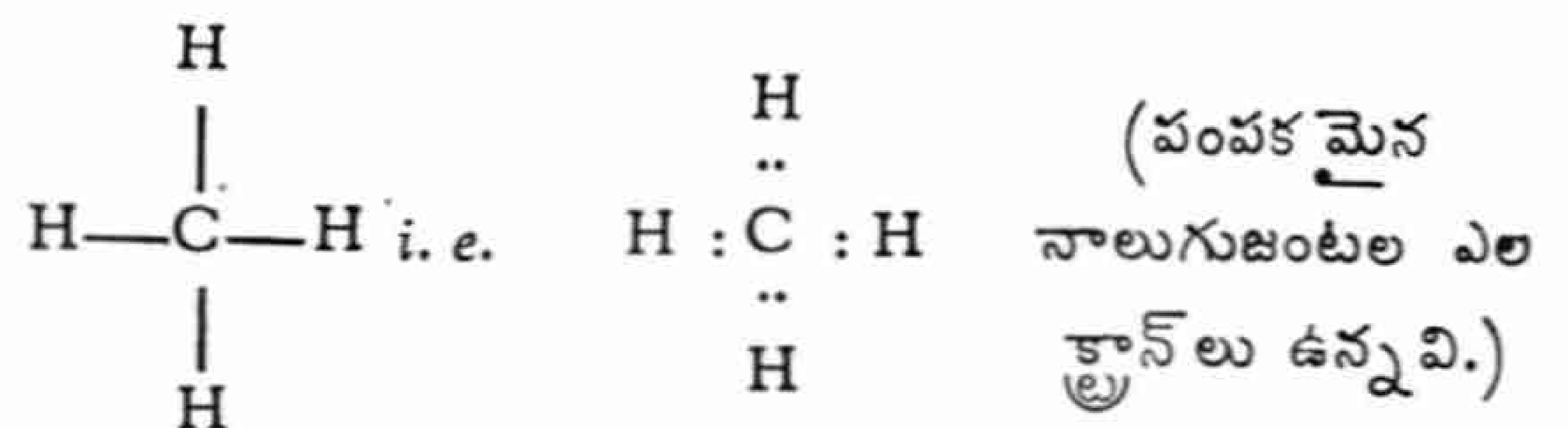
$$CH_3MgI + H_2O \longrightarrow CH_4 + Mg\begin{cases} I \\ OH \end{cases}$$

ఈ పైవిధానములచే ఏ పారఫిన్ హైడ్రోకార్బన్‌నైనను తయారుచేయవచ్చును. వీటికి సామాన్య విధానములని పేరు. ఇవికాక మీథేన్‌ను విశిష్టవిధానము వలనకూడ పడయవచ్చును. అల్యూమినియము కార్బైడ్‌ను నీటితో చేర్చినపుడు మీథేన్, అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్ ఏర్పడును:



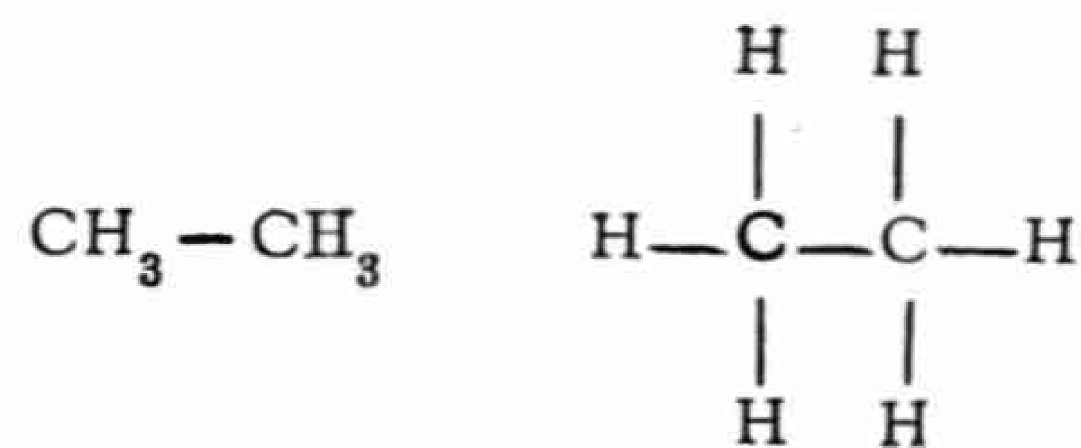
$$Al_4C_3 + 12H_2O = 3CH_4 + 4Al(OH)_3$$

ధర్మములు: సామాన్యతాపక్రమమువద్ద ఇది వాయువు; రంగు, వాసన లేనిది. ఉచితోపాయములచే దీనిని ద్రవీభవింపవచ్చును. క్వథనాంకము '$-164°C$'; నీటిలో కరగదు; గాలిలో మండును. తక్కిన పారఫిన్‌లవలె ఇది కూడ రాసాయనికముగా చురుకైనదికాదు. గాఢామ్లములకు లొంగదు. ఫ్లోరిన్, క్లోరిన్, బ్రోమీన్‌లతో సంయోగించి, తదనుగుణములగు హేలోజన్ యౌగికములను ఇచ్చును. తారతమ్యసాంద్రత, శాతసంఘట్టనము, ఈ రెండింటి నుపయోగించి సాంకేతికము $CH_4$ అని నిర్ణయించవచ్చును. (చూ. అణురచన - పు. 136). దీని రచనా సాంకేతికము:

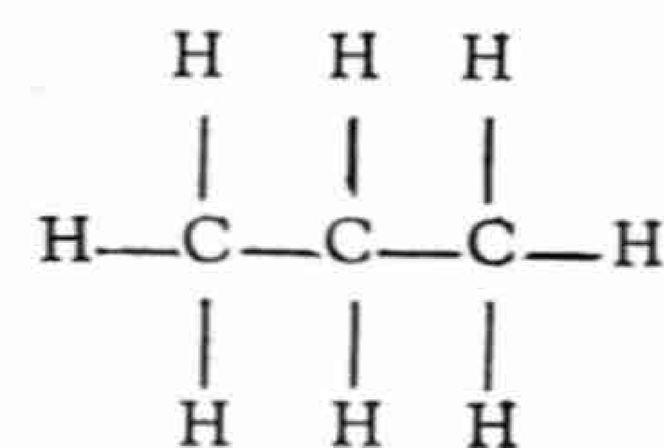



ఎథేన్ ($C_2H_6$): మీథేన్‌వలె ఎథేన్‌ను కూడ మూడు సామాన్య విధానములలో తయారు చేయవచ్చును.

ఎథేన్ గుణములు: సాధారణముగా వాయు స్థితిలో ఉండును. మీథేన్‌వలె ఇదికూడ జ్వలనశీలము. గాలితో కలిసి ఇదికూడ ప్రేలెడిమిశ్రములను ఇచ్చును. క్లోరిన్‌తో భిన్నయౌగికములు ఏర్పడును. దీని రచనా సాంకేతికము, రచనా విధానమువల్ల తెలిసినది.



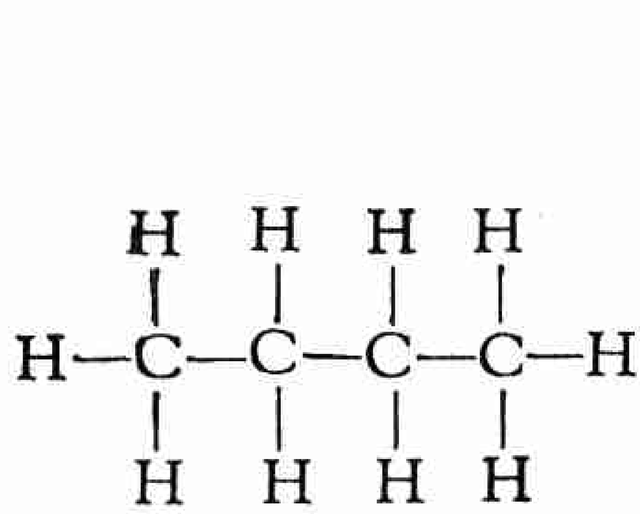
ప్రొపేన్ ($C_3H_8$): పై విధానముల వలన తయారు చేయవచ్చును. దీని రచనావిధానమువలన నిర్ణీతమైన సాంకేతికము:

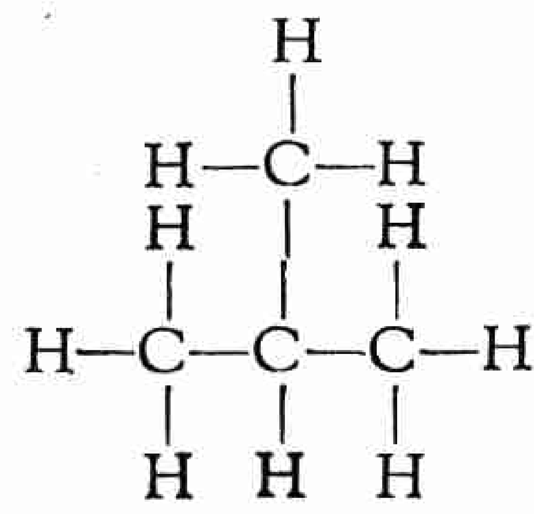


ఇదికూడ వాయువే. పారఫిన్‌లయొక్క సామాన్య ధర్మములనన్నిటిని చూపును.

బ్యూటేన్ - ఐసోబ్యూటేన్ ($C_4H_{10}$): వీటిలో నార్మల్ (సరళ సృంఖలిత) బ్యూటేన్ ($CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$)ను ఎథిల్ అయిడైడ్‌పై జింకు చర్యవలనను, ఐసోబ్యూటేన్‌ను ($CH_3\underset{\substack{|\\CH_3}}{C}H - H_3$) టెర్షియరీబ్యూటైల్ అయిడైడ్‌ను ఆక్సీహరించుట వలనను, తయారుచేయవచ్చును. ఈ రెండుబ్యూటేన్‌లకును సాంకేతికము ($C_4H_{10}$) ఒక్కటే.

కాని వీటికి కొన్ని రాసాయనిక, భౌతిక ధర్మములలో భేదములు కలవు.

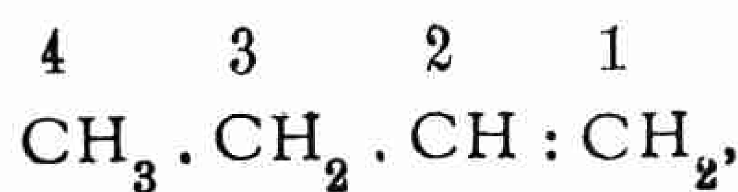

నార్మల్ బూటేన్
క్వథనాంకము = '—1°'

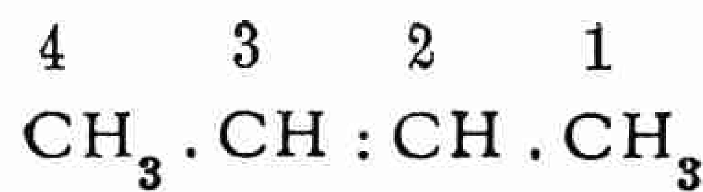

ఐసోబూటేన్
క్వథనాంకము = '—10°'

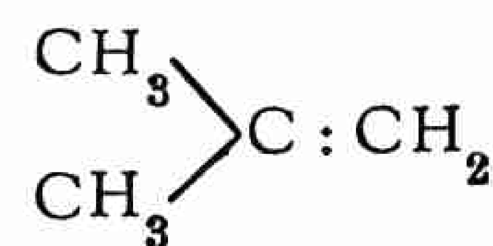
ఈ రెండును పారఫిన్‌ల ధర్మములను చూపును.

ఈ శ్రేణిలో సమాంగ రూపత పారఫిన్ వర్గములోవలె నాలుగు కార్బన్ పరమాణువులుగల యౌగికము నుండి ప్రారంభించును. మీతేన్ శ్రేణిలోకన్న ఈ శ్రేణిలో ఒకే యౌగికమునకు సమాంగ రూపముల సంఖ్య అధికము. ఏలన, శాఖలుగా ఏర్పడుట వలననేకాక, అణురచనలో ద్విబంధము యొక్క స్థానమును పట్టికూడ సమాంగరూపములు జనించును.

బూటేన్‌కు రెండే సమాంగరూపము లుండగా దాని నుండి ఉత్పాద్యమగు బూటిలీన్‌కు మూడు రూపములు ఉన్నవి :


1 – బూటిలీన్

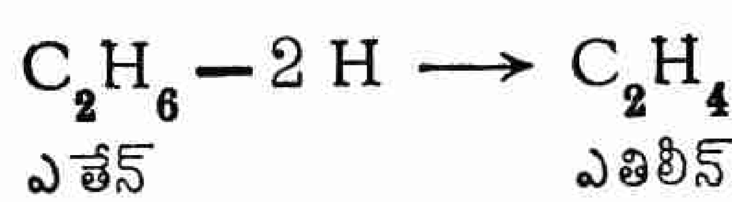

2 – బూటిలీన్

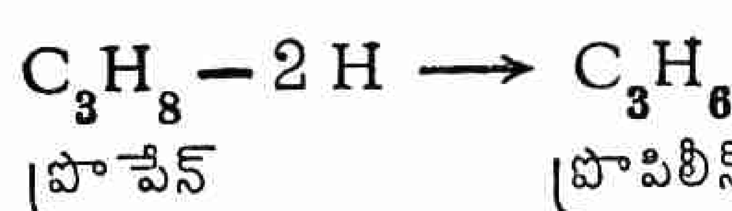

ఐసోబూటిలీన్

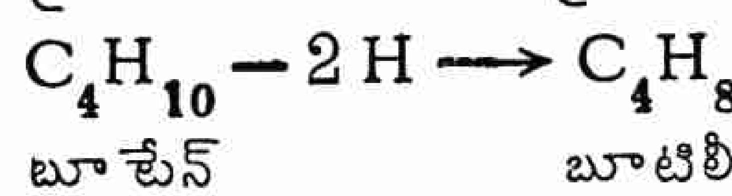
ఇట్లు సమాన సాంకేతికములు కలిగి భిన్నధర్మముల చూపు యౌగికములకు సమాంగరూపములని పేరు. కార్బన్ పరమాణువుల సంఖ్య ఎక్కువగుకొలది ఈ సమాంగ రూపములసంఖ్య వృద్ధిచెందును(చూ. కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి - పు. 265).

పారఫిన్‌ల హోమోలగీయ శ్రేణిలో మొదటి నాలుగు ఘటకములును వాయువులు; తరువాత మధ్య ఉన్నవి ద్రవములు; మిగిలినవి ఘనములు. సమాంగరూపములలో శాఖాశృంఖలిత యౌగికముల యొక్క క్వథనాంకములు తక్కువ.

అసంతృప్త వివృత యౌగికములు : ఇందు ఎతిలీన్ వర్గయౌగికములు అనునవి పారఫిన్ వర్గమునకు చెందిన వాటికన్న ప్రతి అణువులో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు తక్కువగాగల యౌగికములు.


ఎతేన్ ఎతిలీన్


ప్రొపేన్ ప్రొపిలీన్


బూటేన్ బూటిలీన్

పారఫిన్‌ల సామాన్య సాంకేతికము $C_nH_{2n+2}$ అయినప్పుడు వీటి సామాన్య సాంకేతికము $C_nH_{2n}$ అగును. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు అణురచనలో కొరవడుటచే, ఈ యౌగికరచనయందు ఏవోరెండు కార్బన్ పరమాణువుల మధ్య ద్విబంధము ఏర్పడవలయును. వీటికి ఓలిఫైన్‌లని పేరు (చూ. కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి - అసంతృప్త యౌగికములు - పు. 268).

దీనిపైనున్న అనగా అయిదు కార్బన్‌ల యౌగికమగు ఎమిలీన్‌కు అయిదు రూపములు ఉన్నవి. దీనికి అనుగుణమగు సంతృప్త హైడ్రోకార్బన్ పెంటేన్‌కు మాత్రము మూడే సమాంగ రూపములు ఉన్నవి. ఈ హైడ్రోకార్బన్‌లను క్రింది మూడు విధానములవలన తయారు చేయవచ్చును :

1. సమాన కార్బన్‌పరమాణు సంఖ్యగల పారఫిన్ యౌగికములనుండి (a) పారఫిన్ బ్రోమైడ్‌పై ఆల్కహాల్‌లో ద్రావణ స్థితిలో నున్న కాస్టిక్ పొటాష్ చర్యవలన :



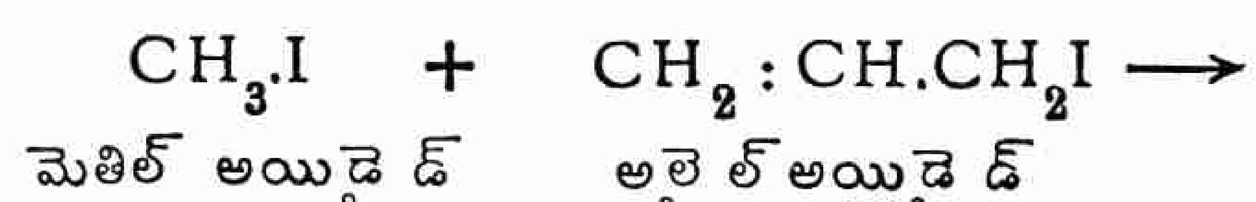
$$CH_3.CH_2Br + KOH = KBr + H_2O + CH_2:CH_2$$

(b) పారఫిన్ ఆల్కహాల్‌లపై గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ చర్యవలన :

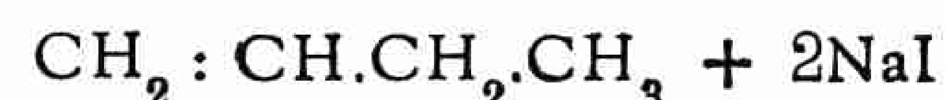


$$CH_3CH_2OH + H_2SO_4 \longrightarrow CH_2:CH_2 + H_2O + H_2SO_4$$

2. తక్కువ కార్బన్ పరమాణు సంఖ్యగల పారఫిన్ యౌగికముల నుండి, విర్ట్జ్ సంయోజన ప్రక్రియను ఉపయోగించి :



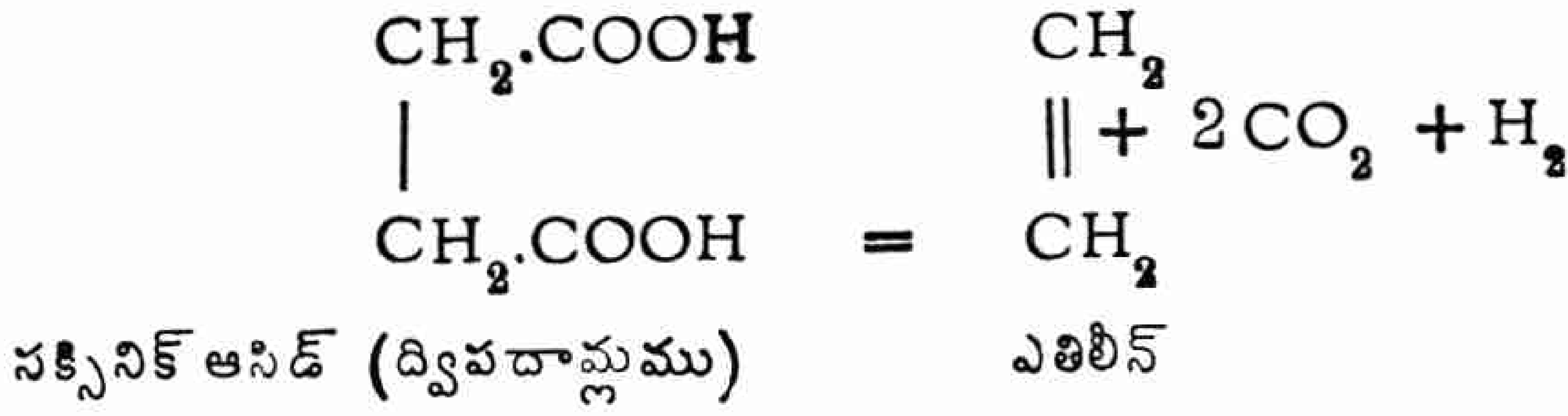
$$CH_3.I + CH_2:CH.CH_2I \longrightarrow$$
మెతిల్ అయిడైడ్ అలైల్ అయిడైడ్



$$CH_2:CH.CH_2.CH_3 + 2NaI$$
1 – బూటిలీన్

3. ఎక్కువ కార్బన్ పరమాణువులు గల పారఫిన్ యౌగికముల నుండి : ద్విపదామ్లముల యొక్క సోడియమ్

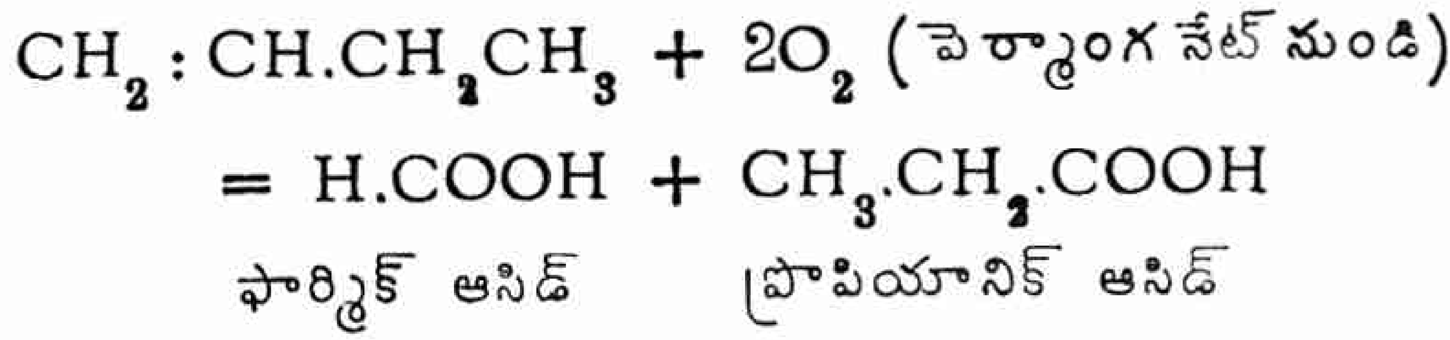
(పొటాసియమ్) లవణద్రావణములను విద్యుత్ విశ్లేషణము కావించుటవలన :



$$CH_2.COOH \,|\, CH_2.COOH = CH_2 \| CH_2 + 2CO_2 + H_2$$



గుణములు : ఓలిఫైన్‌లు ఫారఫిన్‌ల కన్న చాల చురుకైన యౌగికములు. పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ వంటి ఆక్సీకారక ద్రవ్యములవలన ఈ యౌగికములు ఆక్సీకరింపబడి ద్విబంధమువద్ద శృంఖలము విడిపోయి, తొలి యౌగికముకన్న తక్కువ కార్బన్ పరమాణువులు గల రెండు ఆమ్లములు ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియయందు పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్ ద్రావణము యొక్క చినాలిరంగు పోవును. అందువలన ఈ ద్రావణము ద్విబంధనమును గుర్తించుటకు మంచిసాధనము, ఈ ప్రకియను బేయర్ శోధనమని వ్యవహరింతురు :

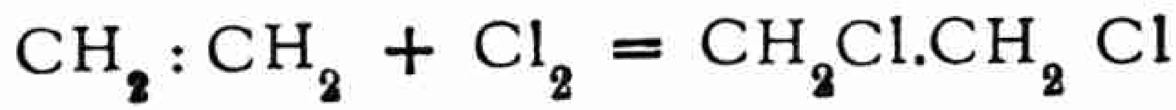


$$CH_2:CH.CH_2CH_3 + 2O_2 \text{ (పెర్మాంగనేట్ నుండి)} = H.COOH + CH_3.CH_2.COOH$$



వివిధములగు అణువులతో కలిసి సంయోజన యౌగికములు ఏర్పడుట ఈ వర్గముయొక్క విశిష్ట లక్షణము.

హేలొజన్‌తో :



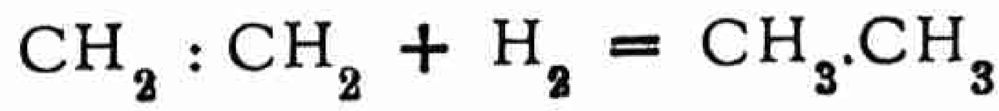
$$CH_2:CH_2 + Cl_2 = CH_2Cl.CH_2Cl$$

హేలొజన్ హైడ్రైడ్‌తో :



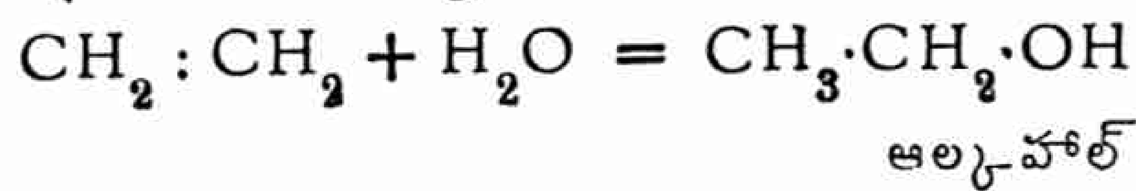
$$CH_2:CH_2 + HCl = CH_3.CH_2Cl$$

హైడ్రోజన్‌తో (నికెల్ సంపర్కమున) :



$$CH_2:CH_2 + H_2 = CH_3.CH_3$$

నీటితో (విలీన సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ సంపర్కమున) :



$$CH_2:CH_2 + H_2O = CH_3.CH_2.OH$$



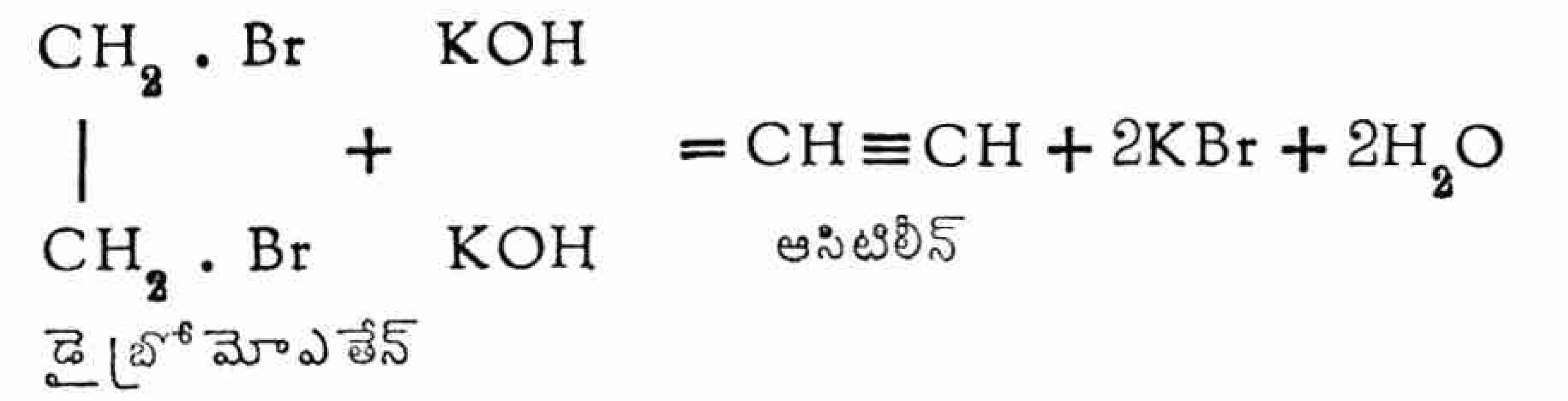
ఈ శ్రేణిలో మొదటి యౌగికములు ఎతిలీన్ ($CH_2 : CH_2$), ప్రొపిలీన్ ($CH_2 : CH.CH_3$). తరువాత బూటిలీన్‌లు, $C_4H_8$ సాంకేతికము కలవి **మూడు**ఉన్నవి. ఆ తరువాత ఎమిలీన్‌లు, $C_5H_{10}$ సాంకేతికము కలవి ఐదు సమాంగ రూపములు ఉన్నవి.

ఆసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్‌లు : ఈ వర్గములో మొదటిది యగు ఆసిటిలీన్ ($C_2H_2$) అను హైడ్రోకార్బన్‌నుండి ఈ వర్గమునకీపేరు వచ్చినది.

ఓలిఫైన్ హైడ్రోకార్బన్ అణువునుండి మరిరెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులను తొలగించినచో, ఆసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్‌లు ఉత్పన్నమగును. $C_2H_4 - H_2 = C_2H_2$ ఈ తొలగిన రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులస్థానమునందు ఓలిఫైన్‌లలోనున్న ద్విబంధముప్రక్కను మరియొక బంధము ప్రవేశించును. అనగా ఆసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్ అణువులో ఏవో రెండు కార్బన్ పరమాణువులమధ్య ఒక త్రిబంధము స్థాపితమై ఉండవలెను : $HC \equiv CH$

ఈ వర్గములోకూడ సమాంగరూపత నాలుగు కార్బన్ పరమాణువులుకల హైడ్రోకార్బన్‌నుండియే ప్రారంభమగును. సమాంగరూపముల సంఖ్యవిషయమై ఓలిఫైన్‌లకు అన్వయించునట్టి నియమమే వీటికికూడ అన్వయించును. నేలబొగ్గును స్వేదించునపుడు లభించు దీపవాయువులో ఆసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్‌లు ఉండును.

విరచనావిధానముల రెండింటినిమాత్రమే ఇక్కడ ఉగ్గడింతుము : 1. పారఫిన్ మోనోహేలొజనైడ్‌ల నుండి ఓలిఫైన్‌లను ఆల్కహాలిక్ కాస్టిక్‌పొటాష్ ఉపయోగించి తయారుచేసినట్లే పారఫిన్ డై హేలొజనైడ్‌ల నుండి ఆసిటిలీన్ హైడ్రోకార్బన్‌లను తయారుచేయవచ్చును :



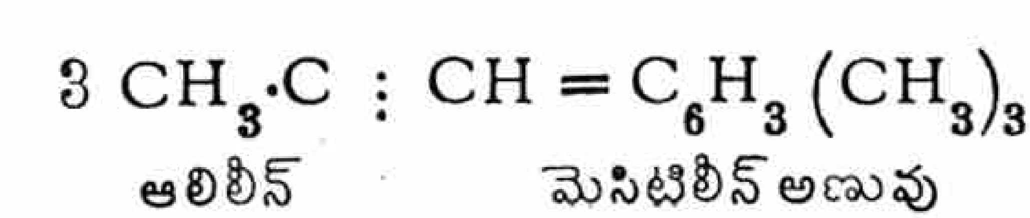
$$CH_2.Br \,|\, CH_2.Br + KOH + KOH = CH \equiv CH + 2KBr + 2H_2O$$



గుణములు : ఓలిఫైన్‌లకన్న ఎక్కువ అసంతృప్త యౌగికములగుటచే వాటికన్నకూడ ఈ హైడ్రోకార్బన్‌లు ఎక్కువ చురుకైనవి. వీటిధర్మములుకూడ ఓలిఫైన్‌ల ధర్మములనే చాలదగ్గరగా పోలియుండును.

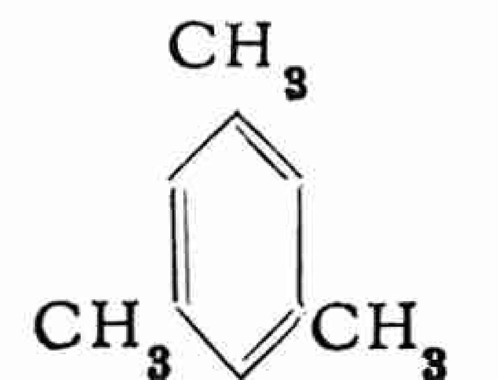
వాటివలె ఇవికూడ అనేకవిధములగు, మూలద్రవ్య, యౌగికద్రవ్యాణువులతో ప్రత్యక్షముగా సంయోగించి సంయోజన యౌగికములు ఏర్పడి మొదట ఓలిఫైన్ వ్యుత్పన్నములను, తరువాత సంతృప్తయౌగికములను ఇచ్చును. $CH : CH + Br_2 = CHBr:CHBr$ డైబ్రోమో ఎతిలీన్ లేదా $CH : CH + 2Br_2 = CHBr_2.CHBr_2$ సంతృప్తయౌగికము

ఓలిఫైన్‌లవలెనే ఇవియుకూడ బహ్వణుక యౌగికములను ఇచ్చును.



$$3\,CH_3.C : CH = C_6H_3(CH_3)_3$$





ఓలిఫైన్‌లు కనపర్చని వింతగుణమును ఒకదానిని ఆసిటిలీన్‌లు కనపర్చును. అది ఏమన CH≡ గణములో ఇమిడియున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఏకయోజనీయ ధాతు పరమాణువులచే స్థానచ్యుతిని పొందగలదు.



$$HC : CH + Na \longrightarrow NaC : CH + (H)$$



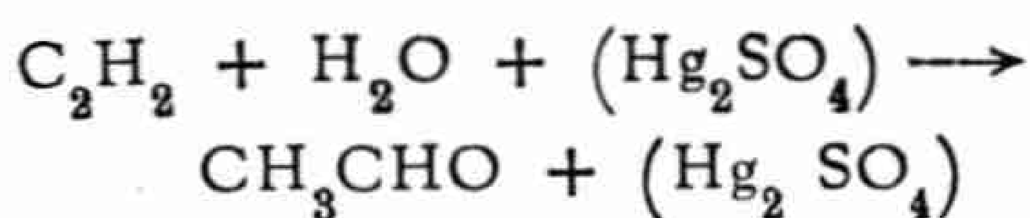
$$HC : CH + 2Na \longrightarrow NaC : CNa + H_2$$

CH ≡ గణమున్న ఆసిటిలీన్‌లు సిల్వర్ హైడ్రాక్సైడ్ లేదా కాపర్ హైడ్రాక్సైడ్ అమోనియాద్రావణముల నుండి ఘనస్థితిలోనుండు ధాతువ్యుత్పన్నములను అవక్షేపములుగా ఈయగలవు. ఆసిటిలీన్‌నుండి తెల్లటి సిల్వర్ ఆసిటిలైడ్ ($Ag_2C_2$), ఎర్రటి క్యూప్రస్ ఆసిటిలైడ్ ($Cu_2C_2$) లభ్యమగును. ఈ ధాతుఆసిటిలైడ్‌లు విదారక ద్రవ్యములు. ఎర్రరంగుగల కాపర్ ఆసిటిలైడ్ ఏర్పడుట వలన ఏదేని వాయుమిశ్రములో ఆసిటిలీన్ ఉన్నట్లు గుర్తించవచ్చును.

ఈ హైడ్రోకార్బన్‌లలో ఆసిటిలీన్ ఒక్కటే పారిశ్రామికముగా చాల ప్రాముఖ్యమును గడించినది. ఈ వాయువు ప్రకాశవంతమగుజ్వాలతో మండును కనుక దీనిని దీపములకు వాడుకచేయుచున్నారు. ఈ ప్రయోజనమునకు కావలసిన ఆసిటిలీన్‌ను కాల్సియమ్‌కార్బైడ్ ($CaC_2$) యొక్క జలవిశ్లేషణమువలన పడయవచ్చును. ఆక్సిజన్‌తో మిశ్రము చేసిన ఆసిటిలీన్ వాయువు ఆక్సీ-ఆసిటిలీన్ జ్వాలగా అత్యధిక తాపక్రమమును సాధించుటకు వాడుకలో ఉన్నది.

పైని పేర్కొనిన చిన్నచిన్న ఉపయోగములకు కాక గత నలుబది సంవత్సరములలో అనేకవిధములగు పారిశ్రామిక కార్బన్‌యౌగికములను సాధించుటకు ఇది ముడి ద్రవ్యముగా వాడుకలో ఉన్నది. దీనినుండి తయారు చేయబడుచున్న క్రిందివి ముఖ్యమైనవి:

ఆసిటాల్డిహైడ్: మర్క్యూరిక్ సల్ఫేట్ ద్రావణ సమక్షములో ఆసిటిలీన్ నీటితో సంయోగించి ఆసిటాల్డిహైడ్ ఏర్పడును:



$$C_2H_2 + H_2O + (Hg_2SO_4) \longrightarrow CH_3CHO + (Hg_2\ SO_4)$$

ఆసిటాల్డిహైడ్ నుండి, ఆసిటిక్ ఆసిడ్, ఆసిటిక్ అన్‌హైడ్రైడ్, ఆసిటోన్, ఆల్కహాల్ తయారుచేయుచున్నారు.

బూటాడైయీన్: దీనితో కృత్రిమరబ్బరును తయారు చేయుదురు.

దీపాంగారము: ఆసిటిలీన్‌ను హెచ్చు తాపక్రమము వద్ద రాసాయనికముగా విచ్ఛేదించుటవలన మసిని, హైడ్రోజన్ కూడ బడయవచ్చును. మసి అచ్చుసిరాలకు, రబ్బరు టైరులకు అత్యంతోపయుక్తమైన సరకు.

క్లోరీన్ వ్యుత్పన్నములు: వీటిని పారిశ్రామికముగా ద్రావములుగా ఉపయోగించుదురు.

ఆసిటిలీన్ టెట్రాక్లోరైడ్ [($CHCl_2 \cdot CHCl_2$) (ద్రావము)] క్వథనాంకము 146.3°C; హెక్సాక్లోరో ఎతేన్ ($CCl_3 . CCl_3$) క్వథనాంకము 185°C, కర్పూరమునకు బదులుగా వాడుకలోఉన్నది.

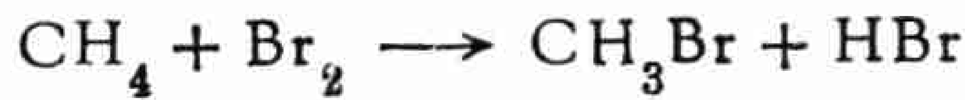
ప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నములు: హైడ్రోకార్బన్ అణురచనలోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులచోటు ఇంకొక తుల్యమైన పరమాణువు ఆక్రమించినపుడు లభ్యమైన యౌగికమునకు ప్రతిస్థాపిత వ్యుత్పన్నము అని పేరు. ఇట్లు హైడ్రోజన్ పరమాణువులకు ఆదేశములుగా హేలోజన్‌లు, ఆక్సిజన్, గంధకము, హైడ్రాక్సిల్ గణము (OH), సైనోజన్ గణము (CN), నైట్రోగణము ($NO_2$), ఎమీనో గణము ($NH_2$), కార్బాక్సిల్ గణము, సోడియమ్, మగ్నీషియమ్, జింకు మొదలగు ధాతువుల పరమాణువులు రావచ్చును. ఇట్లులభ్యమైన వ్యుత్పన్నములుఆదేశములుగా వచ్చిన పరమాణువులు లేదా పరమాణుగణముల యొక్క స్వభావమునుపట్టి హేలోజన్‌వ్యుత్పన్నములు, హైడ్రాక్సిల్ వ్యుత్పన్నములు లేదా ఆల్కహాల్‌లు, ఆక్సిజన్ వ్యుత్పన్నములు (ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు), గంధక వ్యుత్పన్నములు (మెర్కాప్టైన్‌లు), కార్బాక్సిల్ వ్యుత్పన్నములు (కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్‌లు), సైనోజన్ వ్యుత్పన్నములు అను వేరు వేరు తరగతులుగా ఉన్నవి. సి. వి. సు. & అన్నారావు

**హైడ్రోకార్బన్ హేలైడ్‌లు**: పారఫిన్‌లు ప్రత్యక్షముగా ముఖ్యముగా ఫ్లోరీన్, క్లోరీన్, బ్రోమీన్ హేలొజన్‌లతో సంయోగించి హేలొజన్ ప్రతిస్థాపిత యౌగికములను ఇచ్చును. ఈ ప్రతిస్థాపనప్రక్రియలో క్రమముగా ఒక్కొక్కటి చొప్పున అణువులోనున్న హైడ్రోజన్ పరమాణువులన్నియు తొలగించ బడును. ఇట్లు మీథేన్ నుండి క్లోరీన్ హైడ్రోజన్‌ని తొలగించి $CH_3Cl$ (మెథిల్ క్లోరైడ్), $CH_2Cl_2$ (మెథిలీన్ క్లోరైడ్), $CHCl_3$ (క్లోరోఫార్మ్), $CCl_4$ (కార్బన్ టెట్రాక్లోరైడ్) ఏర్పడును. ఈ ప్రక్రియలో, ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్ ($FeCl_3$) అయిడీన్ మోనో క్లోరైడ్ (ICl), ఆంటిమోని పెంటా క్లోరైడ్ ($SbCl_5$) యౌగికములు ప్రేరకములుగా ఆచరించును. ఈ ద్రవ్యములకు హేలొజన్ వాహకములు అని పేరు. ప్రతిస్థాపితమగు ప్రతి హైడ్రోజన్ పరమాణువునకు రెండు హేలొజన్ పరమాణువులు ఆవశ్యకము; ఒకటి హైడ్రోజన్ స్థానమును స్వీకరించుటకు, రెండవది స్థానచ్యుతిని

పొందిన హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించి హైడ్రోజన్ హేలైడ్‌గా ఏర్పడుటకు.



$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$



$$CH_4 + Br_2 \longrightarrow CH_3Br + HBr$$

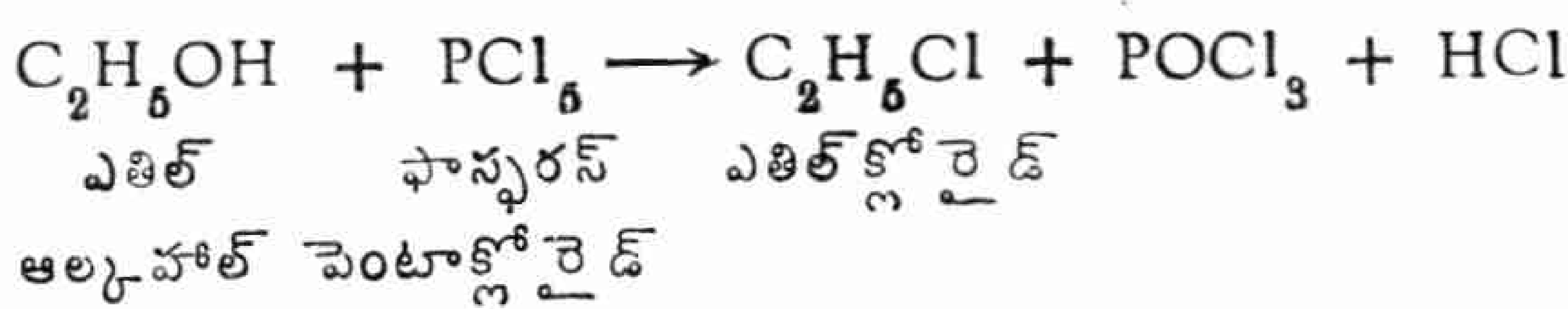
ఈ పద్ధతిలో ప్రతి స్థాపనప్రక్రియ మన ఇచ్చవచ్చిన దశలో ఆగదు గనుక, దీనిని ఉపయోగించి ప్రత్యేక హేలొజన్‌వ్యుత్పన్నములను తయారుచేయుటకు వీలుకాదు. లభ్యమగు ద్రవ్యము హేలొజన్ వ్యుత్పన్నముల యొక్క మిశ్రము. దీనిని ప్రత్యేక యౌగికములక్రింద విడదీయుట చాల దుర్లభము. అందువలన కొన్ని పరోక్షపద్ధతులను అవలంబించవలసి వచ్చినది:

1. ఆల్కహాల్‌లపై హైడ్రోజన్ హేలైడ్‌లచర్యవలన:



$$CH_3OH + HCl \longrightarrow CH_3Cl + H_2O$$

2. ఆల్కహాల్‌లపై ఫాస్ఫరస్ పెంటాహేలైడ్ చర్యవలన:



$$\underset{\text{ఎథిల్ ఆల్కహాల్}}{C_2H_5OH} + \underset{\text{ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్}}{PCl_5} \longrightarrow \underset{\text{ఎథిల్‌క్లోరైడ్}}{C_2H_5Cl} + POCl_3 + HCl$$

3. పై ప్రక్రియలో హైడ్రాక్సిల్ గణము హేలొజన్‌తో ప్రతిస్థాపితమైనట్లే, ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు వీటిలోనున్న ఆక్సిజన్ స్థానమునుకూడ ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్‌ను ఉపయోగించి హేలొజన్‌చే ఆక్రమితమగునట్లు చేయవచ్చును. ఈవిధానములో ద్విహేలొజన్ వ్యుత్పన్నములు లభ్యమగును:

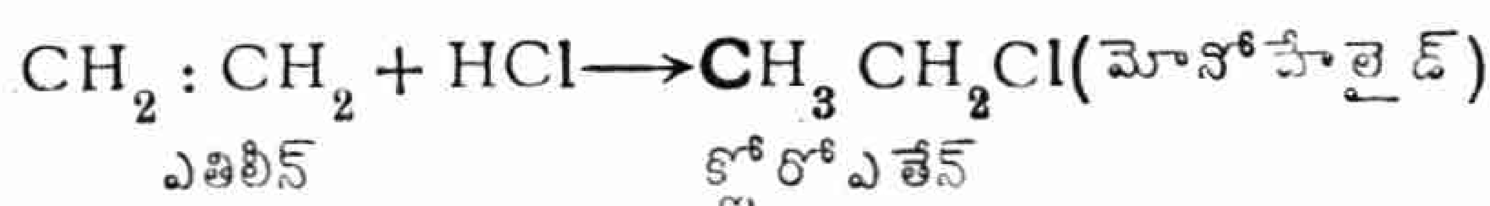


$$CH_3.CHO + PCl_5 \longrightarrow CH_3CHCl_2 + POCl_3$$

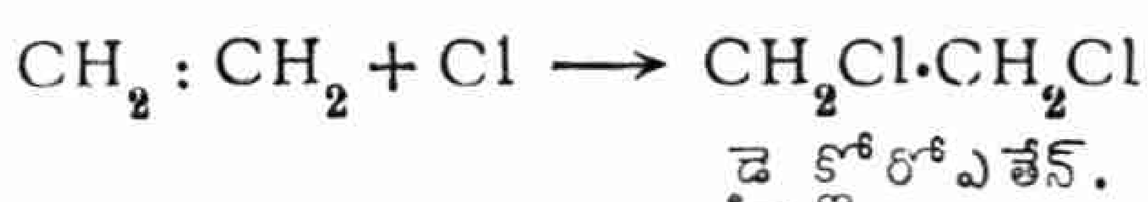


$$CH_3.CO.CH_3 + PCl_5 — CH_3.CCl_2.CH_3 + POCl_3$$

4. హేలొజన్ యౌగికములను తయారు చేయుటకు మరియొక సుకరమైనపద్ధతి, అసంతృప్త యౌగికములకు హైడ్రోజన్ హేలైడ్ అణువును గాని, హేలొజన్ అణువును గాని చేర్చుట. మొదటి విధానమున మోనోహేలైడ్‌లు, రెండవ విధానమున డైహేలైడ్‌లు లభ్యమగును:



$$\underset{\text{ఎథిలీన్}}{CH_2 : CH_2} + HCl \longrightarrow \underset{\text{క్లోరోఎథేన్}}{CH_3\,CH_2Cl}(\text{మోనోహేలైడ్})$$



$$CH_2 : CH_2 + Cl \longrightarrow \underset{\text{డైక్లోరోఎథేన్.}}{CH_2Cl{\cdot}CH_2Cl}$$

ఈ హేలొజన్‌వ్యుత్పన్నములు పారఫిన్‌లవలెకాక, చాల చురుకైనయౌగికములు. తక్కిన కార్బన్‌యౌగికములను తయారుచేయుటకు వీటినే ప్రస్థానద్రవ్యములుగా ఉపయోగింతురు. ఇవి అనేక ద్రవ్యములలో అనేకవిధములుగా రాసాయనికముగా ప్రతికరించి, అనేకవిధములగు యౌగికములు ఏర్పడును. క్రిందిపట్టిక వీటి ఉపయోగమును విశదపరచును. ఈపట్టిక మెథిల్ క్లోరైడ్ ($CH_3Cl$) నుండి లభ్యమగు ఇతరయౌగికములను చూపును:

$CH_3Cl$

| ప్రతికరించుద్రవ్యము | వ్యుత్పన్నము. |
|---|---|
| HOH (నీరు), AgOH (సిల్వర్ హైడ్రాక్సైడ్) | $CH_3OH$ (ఆల్కహాల్) |
| KBr (పొటాసియమ్ బ్రోమైడ్) | $CH_3Br$ (మెథిల్ బ్రోమైడ్) |
| KI (పొటాసియమ్ అయొడైడ్) | $CH_3I$ (మెథిల్ అయొడైడ్) |
| KCN (పొటాసియమ్ సైనైడ్) | $CH_3CN$ (మెథిల్ సైనైడ్) |
| $AgNO_2$ (సిల్వర్ నైట్రైట్) | $CH_3NO_2$ (నైట్రోమీథేన్) |
| $NH_3$ (అమోనియా) | $CH_3NH_2$ (మెథిల్ ఎమీన్) |
| NaHS (సోడియమ్ హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్) | $CH_3HS$ (మెథిల్ మెర్కాప్టెన్) |
| $Na_2S$ (సోడియమ్ సల్ఫైడ్) | $(CH_3)_2S$ (డైమెథిల్ సల్ఫైడ్) |
| Mg (మగ్నీషియమ్ ధాతువు) | $CH_3MgCl$ (మెథిల్ మగ్నీషియమ్ క్లోరైడ్) |
| Na (సోడియమ్ లేదా జింకు ధాతువు) | $CH_3.CH_3$ (ఎథేన్) |

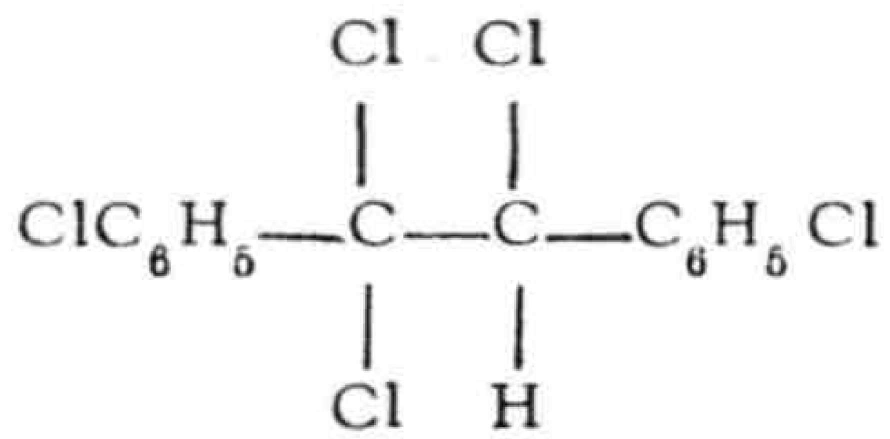
మెథిల్‌క్లోరైడ్: తియ్యటి వాసనగల వాయువు. దీని ద్రవము తక్కువతాపక్రమముల సాధించుటకు వాడుకలో ఉన్నది. (క్వథనాంకము 23·7°C).

క్లోరోఫార్మ్: తియ్యటి వాసన, రుచి గల ద్రవము (క్వథనాంకము 61°C) మామూలు ఆల్కహాల్‌పై బ్లీచింగుచూర్ణము యొక్క చర్యవలన తయారగును. శస్త్రచికిత్సలో రోగిని చైతన్యరహితముగా చేయుటకు దీని బాష్పమును వాసనచూపుదురు.

అయిడిఫార్మ్: పసుపురంగు స్ఫటికములు. దీనికి ఒక ప్రత్యేకమైన వాసన కలదు. కాస్టిక్‌పొటాష్‌ద్రావణము కలిపిన ఆల్కహాల్‌కు అయిడీన్‌చూర్ణమును కలిపి 80°C వేడినీటితో వేడిచేసినచో లభ్యమగును. ఇది సూక్ష్మక్రిమి విరోధి.

కార్బన్ డైఫ్లోరో డైక్లోరైడ్ ($CF_2Cl_2$): దీని వాణిజ్య నామము ఫ్రీయాన్. ఎయిర్ కండిషనింగ్ పరికరములలో శైత్యమును సాధించుటకొరకు బాష్పశీలద్రవముగా నేడు వాడుకలోనున్నది.

డి. డి. టి. (డైక్లోరోడైఫీనిల్ ట్రైక్లోరోఎతేన్) : ఇది ప్రబల మైన కీటకసంహారిణి. మలేరియా దోమల నివారణకు, వృక్షజాతుల చీడలను నివారించుటకు వాడుదురు.




కె. ఎస్. మూర్తి.

**హైడ్రోజన్** : రాసాయనిక మూలద్రవ్యము; వాయువు; పరమాణ్వంకము 1; సంకేతము H; పరమాణుభారము 1·008; విశిష్టగురుత్వము 0·0000899; ద్రవాంకము '$-259·2^{\circ}C$' క్వథనాంకము '$-252·8^{\circ}C$'. దీని ఉనికిని 1766 లో హెన్రీకేవెండిష్ కనుగొన్నాడు.

**హైడ్రోజన్ ఉనికి** : వాతావరణమందు హైడ్రోజన్ విశేషముగా లేదు. ఏలక్షవవంతు మాత్రమే కలదు. అగ్ని పర్వతముల నుండి, భూరంధ్రముల నుండి వెలువడు గాలులలో ఇది ఒకటి. సూర్యగోళమందును, కొన్నినక్షత్రముల లోను, నెబ్యులాల లోను ఇది ప్రధాన ఘటకమని వర్ణ మాలదర్శకము సహాయమున తెలసినది.

సంయుక్త స్థితిలో ఇది ప్రపంచమందు పెక్కు ద్రవ్యము లందు కలదు. నీటిలోను, ఆమ్లములలోను, క్షారములలోను రాతి నూనెలోను, రాక్షసి బొగ్గులోను, వివిధ ఖనిజముల లోను, వృక్ష, జంతు శరీరములలోను ఇది మెండుగా కలదు.

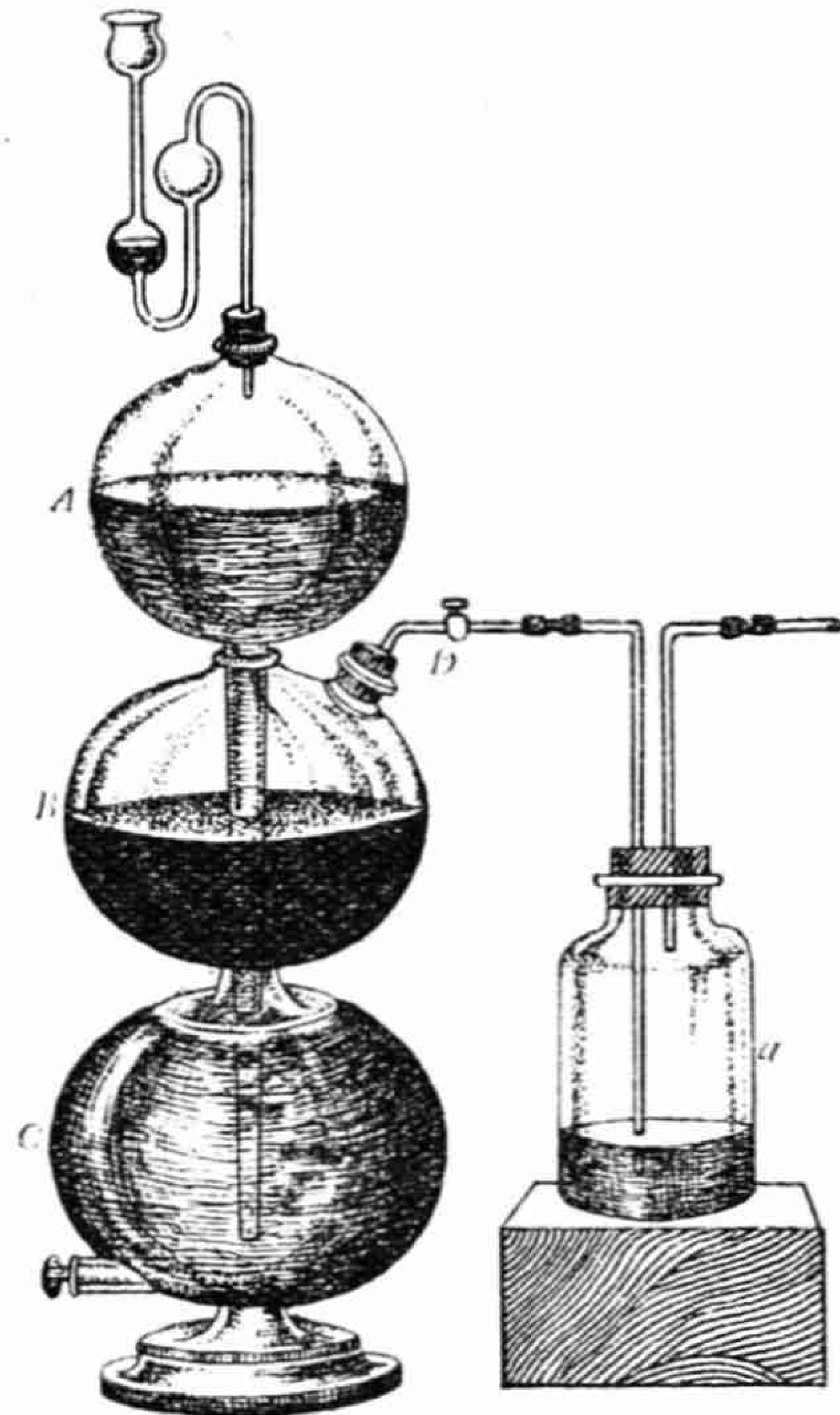
**తయారు చేయు విధానములు** : 1. ఆమ్లీకృత జలమును విద్యుత్తుచే విశ్లేషించుట; 2. హైడ్రోజన్ యౌగికముల (క్షారములు, ఆమ్లములు) నుండి ధాతువులచే స్థానచ్యుతి నొందించుట; 3. కాలుచున్న ఇనుముపై నీటిఆవిరిని పంపించుట (ఇది చౌకబారు పారిశ్రామిక పద్ధతి); 4. ఆసిటిలీన్ ($C_2H_2$) ను హెచ్చుతాపక్రమమువద్ద రాసాయనికముగా విచ్ఛేదించుట.

సాధారణముగా పరిశోధనాగారములలో ఆమ్లముల నుండి హైడ్రోజన్‌ని సాధించుటకు 'కిప్పు' పరికరమును ఉపయోగింతురు.

జింకునుండి లభ్యమగు హైడ్రోజన్‌లో, ఆర్సెనిక్ హైడ్రైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్, హైడ్రోకార్బన్ వాయువులవంటి మాలిన్యములు ఉండును. ఇది సామాన్య వాడుకలకు పనికి వచ్చును.

శుద్ధమైన హైడ్రోజన్, బేరియమ్‌హైడ్రాక్సైడ్ విలీన ద్రావణమును విద్యుత్ విశ్లేషణమునకు గురిచేసినపుడు లభించును.

**భౌతిక ధర్మములు** : శుద్ధమైన హైడ్రోజన్‌కు రంగు, రుచి, వాసన లేవు. ఇది ఊపిరి పీల్చుటకు పనికిరాదు.




కిప్పుపరికరము

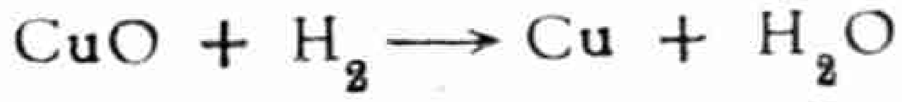
దీనికన్న తేలికైనవాయువు లేదు. దీని ప్రమాణ సాంద్రత 0·0898 గ్రాము / లీటరు. నీటిలో ఇది చాల స్వల్పముగా కరగును.

**రాసాయనిక ధర్మములు** : గాలిలో చప్పుడులేక లేత నీలిరంగుతో మండును. గాలితోకాని, ఆక్సిజన్‌తో గాని కలిసియున్నచో జ్వాల ప్రేలుడుశబ్దముతో మండును. ఇది హైడ్రోజన్‌ని గుర్తించుటకు ఒకమార్గము. ఆక్సిజన్‌తో హైడ్రోజన్ సంయోగించునపుడు నీరు ఏర్పడును.

హైడ్రోజన్ చాల అధాతువులతోను, క్షారధాతువులతోను, క్షారమృద్ధాతువులతోను సంయోగించును. హేలోజన్ వర్గములోనున్న ఫ్లోరీన్‌తో చీకటిలోకూడ చురుకుగా సంయోగించును. క్లోరీన్‌తో వెలుతురు సంపర్కమున సంయోగించును. బ్రోమీన్, అయిడీన్, గంధకము వంటి అధాతువులతో సంయోగించుటకు వేడి ఆవశ్యకము. ప్లాటినమ్, పెల్లేడియమ్ ధాతువులు హైడ్రోజన్‌ని ధారాళముగ పీల్చుకొనగలవు (చూ. కొల్లాయిడ్‌లు : ఘనములచే వాయువుల అధిచూషణ - పు. 302).

ఆక్సిజన్‌తో సంయోగించు సంసిద్ధతవలన ఆక్సైడ్‌ల నుండి ఆక్సిజన్‌ని హైడ్రోజన్ హరించి, మూలద్రవ్యములను

విడగొట్టును. అందువలన హైడ్రోజన్ ప్రబల ఆక్సీహరణ సాధనము:



$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$$



$$Fe_2O_3 + 3H_2 \longrightarrow 2Fe + 3H_2O$$

జింకు ఆక్సైడ్‌వంటి కొన్ని ఆక్సైడ్‌లను హైడ్రోజన్ ఆక్సీహరించజాలదు.

ఉపయోగములు : అమోనియా వాయువును తయారు చేయుటకు, ద్రవముగానున్న నూనెలను నేతివలె ముద్దగా మార్చుటకు, చాలతేలికైన వాయువగుటచే, గాలి గుమ్మటములను నింపుటకు ఉపయోగపడును. వాయువిమానములు వచ్చినతరువాత హైడ్రోజన్ గుమ్మటములు వాతావరణ పరిస్థితులను అన్వేషించుటకు మాత్రము వాడుకలో నున్నవి. హైడ్రోజన్‌ని ధమని నాళములో ఆక్సిజన్‌తో కలిపి జ్వలింపచేసినచో, ఆ జ్వాలయొక్క తాపక్రమము 2300°C వరకు పెరుగును. ఈ జ్వాల ప్లాటినమ్‌పరికరములు చేయుటకు, ఇనుమును కోయుటకు, అతుకుటకు ఉపయోగపడుచున్నది. ఈ జ్వాలను ఉపయోగించి అల్యూమినియమ ఆక్సైడ్‌ను ద్రవీకరించి కృత్రిమపుష్యరాగములను, కెంపులను, నీలములను తయారుచేయుదురు.

హైడ్రోజన్ అణువు యొక్క రూప భేదములు : వాయు స్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ రెండురకములైన అణువుల మిశ్రమని తెలిసినది. అందొకదానికి ఆర్థోరూపము (75%) అనియు, రెండవదానికి పారారూపము (25%) అనియు పేరు. హైడ్రోజన్ అణువులోని రెండు పరమాణువుల కేంద్రకములును, వాటిలోనవి తిరుగుచుండును. ఒకే దిక్కులో తిరుగుచున్న కేంద్రకములు గల రూపము ఆర్థో రూపము. విరుద్ధదిశలలో తిరుగుచున్న కేంద్రకములు గల రూపము పారారూపము. ఈ రెండింటికిని విశిష్టోష్ణత యందు, వర్ణమాల రేఖలయందు భేదమున్నది.

సద్యోజాత (నేసెంట్) హైడ్రోజన్ : ప్రత్యేక పాత్రలో తయారైన హైడ్రోజన్ ఆమ్లీకృత పెర్మాంగనేట్ ద్రావణములోనికి ప్రవేశపెట్టినపుడు ఏమియు జరుగదు. కాని ఆ ద్రావణములోనే ఒకజింకు ముక్కను పడవేసినచో శీఘ్రముగా పెర్మాంగనేట్ రంగు అంతరించును. అనగా పెర్మాంగనేట్ ఆక్సీహరణము హైడ్రోజన్ కార్యమే. కాని బయట ఉత్పత్తి అయిన హైడ్రోజన్‌కి లేని చురుకుదనము, పెర్మాంగనేట్ ద్రావణములోనే జనించిన హైడ్రోజన్‌కు ఎట్లువచ్చినదనగా హైడ్రోజన్ తగిన ద్రవ్యముల నుండి ఉత్పత్తిఅయినవెంటనే అతిచురుకుగా ఉండుననియు, ఈ సద్యోజాతావస్థలో సాధారణ హైడ్రోజన్ చేయలేని ఆక్సీహరణ కార్యములను ఇది చేయగలదనియు ఊహించవచ్చును. ఈ సద్యోజాత హైడ్రోజన్ పరమాణు స్థితిలో ఉన్న హైడ్రోజన్ అని ఇటీవల రుజువుచేయబడినది (క్లైలర్).

పరమాణు స్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ : అర్ధమిల్లీ మీటరు ప్రేషములోనున్న హైడ్రోజన్‌ద్వారా విద్యుత్ ఉత్సర్గమును కావించినచో కొన్ని హైడ్రోజన్ అణువులు పరమాణువులుగా విడిపోవును. ఇట్టిస్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్‌కి కూడ సద్యోజాత హైడ్రోజన్‌కివలె చురుకుదనము ఎక్కువ. ఇది గంధకముతో సాధారణ తాపక్రమములో సంయోగించి హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ ఏర్పడును. చురుకుగానున్న ఈ హైడ్రోజన్‌కి రాసాయనికప్రక్రియ మంచిగురుతు. దీనికే 'తీవ్రోదజని' అని పేరు. తీవ్రోదజనిని తయారు చేయుటకు అనేక విధానములు కలవు.

లాన్గ్‌మ్యూర్ పద్ధతి : హైడ్రోజన్‌లో టంగ్‌స్టన్ విద్యుదగ్రములమధ్య విద్యుచ్చాపమును స్థాపించినచో ఆ చాపవు వేడికి, హైడ్రోజన్ అణువు పరమాణువులుగా విడిపోవును. ఈ పరమాణు స్థితిలోనున్న హైడ్రోజన్ యే 'తీవ్రోదజని.'

నరసింహస్వామి - వెంకటరామయ్య పద్ధతి : 150°C తాపక్రమములో వేడిచేసిన పెల్లేడియమ్ గొట్టముద్వారా హైడ్రోజన్ వాయువును పంపినచో, గొట్టమునుండి వెలుపలకువచ్చిన హైడ్రోజన్ తీవ్రగుణమును చూపును. పెల్లేడియమ్ ధాతువులో సాధారణతాపక్రమమున ఈ హైడ్రోజన్ పరమాణురూపమున విలీనమైయుండును. 150°C తాపక్రమముతో ధాతువునుండి హైడ్రోజన్ బయటికి వచ్చును. వచ్చిన వెంటనే హైడ్రోజన్ పరమాణుస్థితిలో ఉండుననియు, అందువలనే తీవ్రగుణము కలదనియు వీరివాదము. ఈ వాదమును శాస్త్రలోకము అంగీకరించినది.

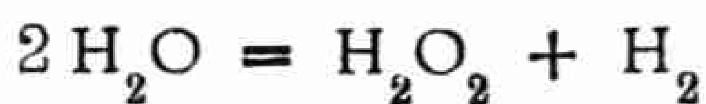
హైడ్రోజన్ సమస్థానీయములు ; కేవల భౌతికవిధానము వలన నిర్ణీతమైన హైడ్రోజన్ పరమాణుభారమునకును (చూ. సమస్థానీయములు - పు. 726) రాసాయనిక విధానముచే నిర్ణీతమైన హైడ్రోజన్ పరమాణుభారమునకు గల వ్యత్యాసమును పర్యాలోచించి సాధారణ హైడ్రోజన్ అయిదువేల భాగములలో రెండుభాగములు పరమాణు భారము 1 బదులు 2 గల హైడ్రోజన్‌కలిసి ఉన్నదను కొనినచో, ఈ వ్యత్యాసమును సమర్థించవచ్చునని బిర్జ్ అను యునైటెడ్‌స్టేట్స్ భౌతికశాస్త్రవేత్తసూచించెను. 1932లో యురే అను ఇంకొక యునైటెడ్‌స్టేట్స్ రాసాయనికుడు నాలుగులీటరుల హైడ్రోజన్ ద్రవమును ఒక ఘ. సెం. మీ వరకు బాష్పీకరించి శేషించిన హైడ్రోజన్ యొక్క వర్ణమాలను పరిశీలించినప్పుడు, దాని బామర్ వర్ణ పటములో

పరమాణు భారము రెండు గల హైడ్రోజన్‌కి అన్వయించు రేఖను ఒకదానిని కనిపెట్టెను. అందువలన పరమాణు భారము రెండైన హైడ్రోజన్ యొక్క వాస్తవికస్థితి వెల్లడి యైనది. ఈ హైడ్రోజన్‌కి డోయిటీరియమ్ అనిపేరు. సాధారణ హైడ్రోజన్ లో 5000 కు ఒక భాగము డోయిటీరియమ్ ఉండును. బాష్పీకరణోష్ణత, విశిష్టోష్ణత, అణు ఆయతనము, క్వథనాంకము, హిమాంకము మొదలగు భౌతికధర్మములలోనే గాక, రాసాయనిక ధర్మములందు కూడ, ఈ రెండింటికిని కొంత వ్యత్యాసము కలదు. ఈ వ్యత్యాసమును ఉపయోగించి వీటిని ఒకదాని నుండి మరొక దానిని సులభముగా విడదీయవచ్చును. సమస్థానీయములు రాసాయనికముగా విడదీయుటకు వీలుకాదనుకొనుట హైడ్రోజన్ విషయములో అన్వయించునట్లు అగపడదు. పి. వి. కృ. మూ.

**హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్** : చూ. క్లోరీన్ - పు. 308.

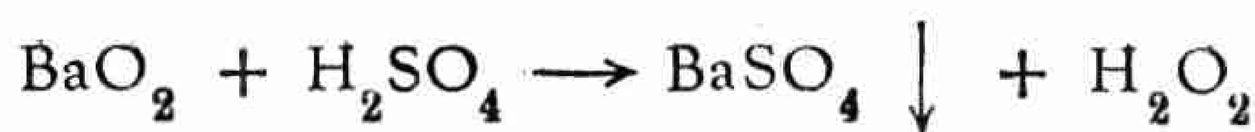
**హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్** : నీరుగాక, హైడ్రోజన్‌తో ఆక్సిజన్ కలిసి ఇంకొక యౌగికమును ఇచ్చును. అదియే హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ($H_2O_2$). నీటికన్న హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌నందు రెట్టింపు ఆక్సిజన్ సంయుక్తమై ఉన్నది.

గాలిలోనున్న తేమను సూర్యరశ్మి సోకినపుడు నీటి అణువు రాసాయనికపు మార్పు చెంది కొద్దిగా హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ఏర్పడును :



$$2H_2O = H_2O_2 + H_2$$

అందువలన ఇది వాననీటిలో తప్పక ఉండును. దీనిని తయారుచేయుటకు బేరియమ్ పెరాక్సైడ్‌ను విలీనసల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్‌లో ఉంచి ద్రావణమును పైనుండి మంచు నీటితో శీతలీకరించవలెను.



$$BaO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + H_2O_2$$

బేరియమ్ సల్ఫేట్ అవక్షిప్తమై హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ ద్రావణములో మిగిలియుండును. వడపోయుటవలన ఈ ద్రావణమును శూన్యములో స్వేదించుటవలన హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ శుద్ధముగా లభ్యమగును. మార్కెట్‌లో ఇది 3% ద్రావణముగాగాని, పెర్‌హైడ్రాల్ అనుపేరిట 30% ద్రావణముగాగాని దొరకును. 3% ద్రావణము దాని ఆయతనమునకు 10 రెట్లు ఆయతనముగల ఆక్సిజన్‌ని ఇచ్చును. స్వచ్ఛముగానున్న హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ రంగులేని చిక్కటిద్రవద్రవ్యము; విశిష్టగురుత్వము 1·3584; క్వథనాంకము 69·2°C.

రాసాయనికధర్మములు : ఓజోన్‌వలె హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్‌కూడ ప్రబలమైన ఆక్సీకరణసాధనము; చాల అస్థిరమైనది. ద్రావణములో నిల్వయుంచిన మెల్లగా ఆక్సిజన్‌ని కోలుపోయి నీరు మిగిలియుండును. మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, ఎండినరక్తము, బొగ్గుపొడి, కొల్లాయిడ్ ప్లాటినమ్ దీని విచ్ఛేదనకు ప్రేరకద్రవ్యములు. గాజుసీసాలలోకూడ ఇది స్థిరముగా ఉండదు. అందువలననే లోపల క్రొవ్వుపూతయున్న సీసాలలో దీని గాఢద్రావణములను నిల్వచేయుదురు. సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్, ఆసిటానిలైడ్ అను కార్బన్‌యౌగికము దీనికి స్థిరత్వమునిచ్చు ప్రేరక ద్రవ్యములు, ఇదికూడ లెడ్‌సల్ఫైడ్‌ను లెడ్‌సల్ఫేట్‌గా మార్చగలదు. రంగుగల కార్బన్‌యౌగికములను వివర్ణముగా చేయగలదు. హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ స్వయముగా ఆక్సీకరణ ద్రవ్యమయ్యును, ఆమ్లపరిసరములలో మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్, పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్, పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్ వంటి ఇతర ఆక్సీకారక ద్రవ్యములను ఆక్సీహరించును. పి. వి. కృ. మూ.

**హైడ్రోజనీకరణము** : అసంతృప్త కార్బన్‌యౌగికములు (ద్వి, త్రిబంధములుకల) సూక్ష్మరూపమున ఉన్న నికెల్‌ధాతువు ప్రేరక సన్నిధిలో హైడ్రోజన్‌తో సంయోగించి సంతృప్తయౌగికములను ఒసంగును. ఈ ప్రక్రియ నేడు నేతివంటి వనస్పతి (డాల్డా) ద్రవ్యముల సాధనకు ఉపయోగింపబడుచున్నది. మే. వ. స.

**హైజన్‌బర్గ్, వెర్నర్‌కార్ల్** (జననము 1901) : జర్మను భౌతికవిజ్ఞాని. మ్యూనిక్, గాటింజన్ యూనివర్సిటీలయందు విద్యనభ్యసించి 1927లో లైప్జిగ్ యూనివర్సిటీయందు భౌతికశాస్త్రాచార్య పదవిని స్వీకరించెను. గణితమును ప్రయోగించి కాంతినిగూర్చి చేసిన పరిశోధనలకు హైజన్‌బర్గ్ నోబెల్ బహుమానము పొందెను. తరంగయాంత్రికశాస్త్రములో ఈయనచేసిన పరిశోధనలు ప్రపంచ ఖ్యాతిని గడించినవి. హైజన్‌బర్గ్ స్థాపించిన 'అనిశ్చయతా సూత్రము' (చూ. పు. 139) ఆయనను ప్రపంచ ప్రఖ్యాత విజ్ఞానిగా ఒనర్చినది. ఇవిగాక మేట్రిక్సు యంత్రశాస్త్రము (1925), క్వాంటం సిద్ధాంతము, పరమాణు రచన, జేమాన్ ఫలితము హైజన్‌బర్గ్ పరిశోధనలలో పేర్కొనదగినవి. కె. ల.

**హోల్మియమ్** : ఇది ఒక రాసాయనిక మూలద్రవ్యము. పరమాణ్వంకము 67; సంకేతము Ho; పరమాణుభారము 164·94; దీని ఉనికిని 1879 లో క్లీవ్ కనుగొనెను.

* * *

# సూచిక

## అ

ఇ

ట

త

ప

II—101

ఫ

## బ

## భ



## మ

య

ల



# పారిభాషిక పదజాలము

# GLOSSARY

Absolute temperature – పరమతాపక్రమము
Absolute temperature scale – అబ్సల్యూట్ టెంపరేచర్ స్కేల్, పరమతాపక్రమమానము
Absorption spectrum – అబ్‌సార్‌ప్షన్ స్పెక్ట్రమ్, విచూషిత వర్ణమాల
Acceleration – త్వరణము
Accumulator – అక్యూములేటర్, సంచాయకఘటము
Acedyl chloride – ఆసిడిల్ క్లోరైడ్
Acetaldehyde – ఆసిటాల్డిహైడ్
Acetalde oxime – ఆసిటాల్డాక్సీమ్
Acetate – ఆసిటేట్
Acetic amide – ఆసిటిక్ ఎమైడ్
Acetic anhydride – ఆసిటిక్ అన్‌హైడ్రైడ్
Aceto acetic ester – ఆసిటో ఆసిటిక్ ఎస్టర్
Acetone – ఆసిటోన్
Acetonitrile – ఆసిటో నైట్రైల్
Acetylene – ఆసిటిలీన్
Acetyl salicylic acid – ఆసిటిల్ సాలిసిలిక్ ఆసిడ్
Acetyl urea – ఆసిటిల్ యూరియా
Acid – ఆసిడ్, ఆమ్లము
Acid amide – ఆసిడ్ ఎమైడ్, ఆమ్ల ఎమైడ్
Acid anhydride – ఆసిడ్ అన్‌హైడ్రైడ్
Acid oxide – ఆసిడ్ ఆక్సైడ్
Acrolein – అక్రోలీన్
Acrolein glycerin – అక్రోలీన్ గ్లిసరీన్
Acrylic acid – అక్రిలిక్ ఆసిడ్
Actinium – ఆక్టినియమ్
Actinon – ఆక్టినాన్
Action – క్రియ
Action at a distance – దూరక్రియ
Active charcoal – ఉత్తేజితమయిన బొగ్గు
Active nitrogen – ఉత్తేజిత నైట్రోజన్
Additive properties – ఎడెటివ్ ప్రోపర్టీస్, సంకలిత ధర్మములు
Additivity – సంకలనశీలత
Adiabatic process – అతాపక ప్రక్రియ
Adrenalin – ఎడ్రినలిన్
Adsorption – అధిచూషణ
Agate – ఆగెట్
Agarol – ఏగరోల్
Air exhausting pump – వాయురేచక పంపు
Air thermometer – వాయుతాపక్రమ మాపకము
Alba – ఆల్బా
Alchemy – రసవాదము
Alchemia – ఆల్కిమియా
Alcohol – ఆల్కహాల్
Alcoholic potash – ఆల్కహాలిక్ పొటాష్
Aldehyde – ఆల్డిహైడ్
Aldehydes, ketones – ఆల్డిహైడ్‌లు, కీటోన్‌లు
Algebra – బీజగణితము
Aliphatic – ఆలిఫాటిక్, తైలాత్మక
Aliphatic nitro compounds – ఆలిఫాటిక్ నైట్రో యౌగికములు
Aliphatic tertiary alcohol – ఆలిఫాటిక్ టెర్షియరీ ఆల్కహాల్
Alizarin – అలిజరిన్
Alkali – క్షారము
Alkali cell – క్షారధాతుఘటము, ఆల్కలిసెల్
Alkaloid – ఆల్కలాయిడ్
Alkyl amine – ఆల్కిల్ ఎమీన్
Alkyl cyanide – ఆల్కిల్ సైనైడ్
Alkyl halide – ఆల్కిల్ హేలైడ్
Alkyl hydrogen sulphate – ఆల్కిల్ హైడ్రోజన్ సల్ఫేట్
Alkyl iodide – ఆల్కిల్ అయొడైడ్
Alkyl isocyanide – ఆల్కిల్ ఐసోసైనైడ్
Alkyl radical – ఆల్కిల్ గణము
Allanite – ఆలనైట్
Allotropy – ఎలోట్రోపి, రూపాంతరత
Alloy – ఎల్లోయ్, ధాతుమిశ్రము
Almond – బాదము
Alpha ($\alpha$) – ఆల్ఫా
Alpha ($\alpha$) particle – ఆల్ఫాకణము
Alternating current – ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంట్, ఆవర్తి విద్యుత్ ప్రవాహము
Alumina – అల్యూమినా
Aluminium – అల్యూమినియము
Aluminium carbide – అల్యూమినియము కార్బైడ్
Aluminium chloride – అల్యూమినియము క్లోరైడ్
Aluminium group – అల్యూమినియము వర్గము
Aluminium hydroxide – అల్యూమినియము హైడ్రాక్సైడ్
Aluminium ion – అల్యూమినియము అయన్
Aluminium oxide – అల్యూమినియము ఆక్సైడ్
Aluminium phosphate – అల్యూమినియము ఫాస్ఫేట్
Aluminium sulphate – అల్యూమినియము సల్ఫేట్
Amalgamation – అమాల్గమేషన్, పారదీకరణము
Amalgum – అమాల్గమ్, రసమిశ్రము
Amber – అంబరు, సీమగుగ్గిలము
Americium – అమెరిసియమ్
Amino acetic acid – ఎమినో ఆసిటిక్ ఆసిడ్

Amino acid – ఎమినో ఆసిడ్
Ammeter – అమ్మీటర్
Ammonia – అమోనియా
Ammonium – అమోనియమ్
Ammonium acetate – అమోనియమ్ ఆసిటేట్
Ammonium cyanate – అమోనియమ్ సైనేట్
Ammonium hydroxide – అమోనియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Ammonium nitrate – అమోనియమ్ నైట్రేట్
Ammonium oxalate – అమోనియమ్ ఆక్సలేట్
Ammonium per sulphate – అమోనియమ్ పెర్ సల్ఫేట్
Ampere – ఆంపియర్
Ampere rule – ఆంపియర్ నియమము
Ampere unit – ఆంపియర్ యూనిట్
Amplifier – వర్ధకము
Amplitude – ఆంప్లిట్యూడ్, కంపనవిస్తారము
Amylum (starch) – అమైలమ్ (గంజి)
Anaesthetic – సమ్మోహన సాధనము
Analysis of carbon compounds – కార్బన్ యౌగిక విశ్లేషణము
Angle of polarisation – ధ్రువనకోణము
Angle of rotation – ధ్రువనకోణము
Anglesite – ఆంగ్లిసైట్
Angstrom unit – ఆంగ్‌స్ట్రమ్ యూనిట్ (Å)
Angular momentum – కోణీయ గతిభారము
Anhydride – అన్‌హైడ్రైడ్, ఎన్‌హైడ్రైడ్
Aniline – ఆనిలీన్
Aniline black – అనిలీన్ బ్లాక్
Aniline blue – అనిలీన్ బ్లూ
Aniline derivatives – అనిలీన్ వ్యుత్పన్నములు
Animal charcoal – జంతుఅంగారము
Anisaldehyde – అనిసాల్డిహైడ్
Anode – ఏనోడ్, ధనాగ్రము
Anomalous dispersion – అసాధారణ వర్ణ విశ్లేషణము
Antha cynide – ఆంథసైనైడ్
Anthracene – ఆంథ్రసీన్
Anthracite – ఆంథ్రసైట్
Anthro cyanines – ఆంథ్రసైనిన్‌లు
Anthro quinone – ఆంథ్రక్వినోన్
Anti cathode – ఆంటీకేథోడ్
Antimonic tartrate – ఆంటిమోనిక్ టార్ట్రేట్
Antimony – ఆంటిమోని, నీలాంజనము
Antimony chloride – ఆంటిమోని క్లోరైడ్
Antimony pentoxide – ఆంటిమోని పెంటాక్సైడ్
Antimony tri-ethyl – ఆంటిమోని ట్రై ఎథిల్
Antimony tri-oxide – ఆంటిమోని ట్రై ఆక్సైడ్
Antinodes – ప్రస్పందనస్థానములు
Antipodes – ఆంటీపొడీజ్, ప్రతిధ్రువములు
Antipyrine – ఆంటీపైరిన్
Aqua regia – మహాద్రావకము

Arachidic acid – అరకడిక్ ఆసిడ్
Arc lamp – ఆర్క్ లాంప్, చాపదీపము
Argillaceous rock – పంకశిల
Argon – ఆర్గాన్
Arithmetic – అంకగణితము
Armature – ఆర్మేచర్, కవచము
Armour plate – అంగత్రాణఫలకము
Arnold solution – ఆర్నోల్డ్ ద్రావణము
Aromatic acids – ఆరొమాటిక్ ఆసిడ్‌లు
Aromatic alcohol – ఆరొమాటిక్ ఆల్కహోల్
Aromatic aldehydes – ఆరొమాటిక్ ఆల్డిహైడ్‌లు
Aromatic amine – ఆరొమాటిక్ ఎమీన్
Aromatic azo compounds – ఆరొమాటిక్ ఆజో యౌగికములు
Aromatic compounds – బెన్జినోయిడ్ యౌగికములు
Aromatic diazocompounds – ఆరొమాటిక్ డైఆజో యౌగికములు
Aromatic hydrocarbon – ఆరొమాటిక్ హైడ్రోకార్బన్
Aromatic ketone – ఆరొమాటిక్ కీటోన్
Aromatic nitro compounds – ఆరొమాటిక్ నైట్రోయౌగికములు
Aromatic primary amine – ఆరొమాటిక్ ప్రైమరీ ఎమీన్
Aromatic substitution – ఆరొమాటిక్ సబ్‌స్టిట్యూషన్
Arsenic – ఆర్సెనిక్, పాషాణము
Arsenic bloom – ఆర్సెనిక్ బ్లూమ్
Arsenic group – ఆర్సెనిక్ వర్గము
Arsenic pentoxide – ఆర్సెనిక్ పెంటాక్సైడ్
Arsenic sulphide – ఆర్సెనిక్ సల్ఫైడ్
Arsenic trioxide – ఉల్లిపాషాణము
Arsenide – ఆర్సెనైడ్
Arseneous – ఆర్సెనీయస్
Arsine – ఆర్సీన్
Artificial diamonds – కృత్రిమ వజ్రములు
Artificial magnet – కృత్రిమ అయస్కాంతము
Artificial silk – కృత్రిమ పట్టు
Aryl radical – ఆరిల్ గణము
Asbestos – ఆస్బెస్టాస్
Aspirin – ఆస్పిరిన్
Assimilation of carbon by plants – వృక్షములచే అగు కార్బన్ పచన
Astatine – ఏస్టాటిన్
Astrology జ్యోతిషశాస్త్రము
Astronomy – ఖగోళశాస్త్రము
Asymmetric carbon atom – అసౌష్టవ కార్బన్ పరమాణువు
Atebrin – ఆటిబ్రిన్
Atom – పరమాణువు
Atom bomb – ఆటంబాంబు
Atomic energy – పరమాణుశక్తి
Atomic missiles – అణ్వస్త్రములు
Atomic number – పరమాణ్వంకము
Atomic structure – పరమాణురచన

Atomic theory – పరమాణు సిద్ధాంతము
Atropine – అట్రోపిన్
Attenuation equialiser – తనూకరణ సమకోణము
Aurora – అరోరా, సుమేరుజ్యోతి
Aurora australis – అరోరా ఆస్ట్రాలిస్
Aurora borealis – అరోరా బారియాలిస్
Auto catalysis – ఆటో కెటాలిసిస్, స్వతః ప్రేరితము
Average – ఏవరేజి, సగటు
Average acceleration – ఏవరేజి త్వరణము
Average velocity – ఏవరేజి వేగము
Avogadro number – అవాగాడ్రో సంఖ్య
Azobenzene – అజోబెంజీన్
Azo radical – అజోగణము
Azole – అజోల్
Azurite – అజోరైట్

## B

Bakelite – బేక్‌లైట్
Balance – త్రాసు, కాటా, తుల
Balloon – గుమ్మటము
Bands – దళములు
Barbituric acid – బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్
Barium – బేరియమ్
Barium carbonate – బేరియమ్ కార్బొనేట్
Barium hydroxide – బేరియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Barium ion – బేరియమ్ అయన్
Barium oxide – బేరియమ్ ఆక్సైడ్
Barium peroxide – బేరియమ్ పెరాక్సైడ్
Barium platino cyanide – బేరియమ్ ప్లాటినో సైనైడ్
Barium sulphate – బేరియమ్ సల్ఫేట్
Barometer – భారమితి
Basic dyes – క్షారవర్ణ ద్రవ్యములు
Battery – బ్యాటరీ, విద్యుత్ ఘటమాల
Battery in parallel – బ్యాటరీ ఇన్ పేరలల్, సమానాంతర ఘటమాల
Battery in series – బ్యాటరీ ఇన్ సీరీస్, వరుసఘటమాల
Bauxite – బాక్సైట్
Beat – అఘాతము
Beat notes – అఘాతస్వరములు
Beckmann method – బెక్‌మాన్ విధానము
Belladonna – బెలడోనా
Bell jar – బెల్ జార్
Bell metal – బెల్ మెటల్, ఘంటాధాతువు
Benzaldehyde – బెంజాల్డిహైడ్
Benzaldoxime – బెంజాల్డాక్సీమ్
Benzamide – బెంజామైడ్
Benzene – బెంజీన్
Benzene derivatives – బెంజీన్ వ్యుత్పన్నములు
Benzene homologues – బెంజీన్ హోమలోగులు
Benzene hydro carbon – బెంజీన్ హైడ్రో కార్బన్
Benzidine – బెంజిడీన్
Benzoic acid – బెంజోయిక్ ఆసిడ్
Benzoin – సాంబ్రాణి
Benzoyl – బెంజోయిల్
Benzoyl chloride – బెంజోయిల్ క్లోరైడ్
Benzyl – బెంజిల్
Benzyl alcohol – బెంజిల్ ఆల్కహాల్
Benzyl chloride – బెంజిల్ క్లోరైడ్
Berkelium – బెర్కెలియమ్
Beryllium – బిరిలియమ్
Bessemar process – బెస్సిమర్ విధానము
Bessemar steel – బెస్సిమర్ ఉక్కు
Beta $(\beta)$ particles – బీటా $(\beta)$ కణములు
Beta $(\beta)$ ray – బీటా $(\beta)$ కిరణము
Bi-carbonate – బైకార్బొనేట్
Biconvex – బైకాన్వెక్స్, ద్వికుంభీయ
Binary alloy – ద్విధాతుక మిశ్రమము
Binoculars – బైనాక్యులర్స్
Bismuth – బిస్మత్తు
Bisulphite – బైసల్ఫైట్
Bituminous coal – బిట్యూమినస్ బొగ్గు
Black body – కృష్ణవస్తువు
Blast furnace gas – బ్లాస్ట్ ఫర్నేస్ వాయువు
Bohr atom – బోర్ పరమాణువు
Bohr magneton – బోర్ మాగ్నెటాన్
Boiling point – క్వథనాంకము
Boiling point of elevation – క్వథనాంకోన్నతి
Bolometer – బోలోమీటర్
Bomb – బాంబు
Bone charcoal – ఎముకల బొగ్గు
Borneol ester – బోర్నియోల్ ఎస్టర్
Boron – బోరాన్
Boyle's law – బోయిల్ నియమము
Branched chained – శాఖాశృంఖలితములు
Brandy – బ్రాందీ
British thermal unit – బ్రిటిష్ థెర్మల్ యూనిట్, బ్రిటిష్ ఉష్ణతా ప్రమాణము
Broadcasting – రేడియో ప్రసారము
Bromides – బ్రోమైడ్‌లు
Bromine – బ్రోమిన్
Bromo acetone – బ్రోమో అసిటోన్
Bromo benzene – బ్రోమో బెంజీన్
Bromo camphor – బ్రోమో కాంఫర్
Bronze – కంచు
Brownian motion – బ్రౌన్యన్ చలనము
Brush discharge – తూలికోత్సర్గము
Bumping – ధమకము

Bunsen burner – బన్‌సెన్ బర్నరు
Burglar alarm – చోరప్రబోధకము
Butane – బూటేన్
Butyl alcohol – బూటైల్ ఆల్కహాల్
Butyric acid – బూటిరిక్ ఆసిడ్

## C

Cacodyl – కాకొడిల్
Cadmium – కాడ్మియమ్
Cadmium hydroxide – కాడ్మియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Cadmium iodide – కాడ్మియమ్ అయొడైడ్
Cadmium oxide – కాడ్మియమ్ ఆక్సైడ్
Cadmium sulphide – కాడ్మియమ్ సల్ఫైడ్
Caesium – సీజియమ్
Caffeine – కాఫీన్
Calcite – కాల్సైట్
Calcite crystal – కాల్సైట్ స్ఫటికము
Calcium – కాల్సియమ్
Calcium acetate – కాల్సియమ్ ఆసిటేట్
Calcium benzoate – కాల్సియమ్ బెన్జోయేట్
Calcium carbide – కాల్సియమ్ కార్బైడ్
Calcium carbonate – కాల్సియమ్ కార్బొనేట్, సున్నపురాయి
Calcium chloride – కాల్సియమ్ క్లోరైడ్
Calcium formate – కాల్సియమ్ ఫార్మేట్
Calcium hydroxide – కాల్సియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Calcium oxide – కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్
Calcium phosphate – కాల్సియమ్ ఫాస్ఫేట్
Calcium sulphide – కాల్సియమ్ సల్ఫైడ్
Calcium tungstate – కాల్సియమ్ టంగ్‌స్టేట్
Calculus – కలనగణితము
Calibrated electroscope – అంకితవిద్యుద్దర్శని
Californium – కాలిఫోర్నియమ్
Calipers – కేలిపర్స్
Calorie – కేలోరీ, ఊష్మాంశ
Calorimeter – కేలోరీమీటరు, ఉష్ణతామాపకము
Calorimetry – ఉష్ణతామితి
Calorific theory of heat – ఉష్ణతాద్రవ్యవాదము
Camera – కెమేరా, ఛాయాగ్రహణ పరికరము
Camphor – కర్పూరము
Canal rays – కుల్యా కిరణములు
Cancer – కేన్సర్, పుట్టుకురుపు
Cannel coal – కానల్ కోల్
Cannizzaro reaction – కానిజారో ప్రక్రియ
Capillary attraction – కైశికాకర్షణ
Capillary electrometer – కైశిక విద్యున్మాపకము
Capillary force – కైశిక బలము
Capillary rise method – కైశిక నాళోత్థాన విధానము
Carbamic acid – కార్బామిక్ ఆసిడ్
Carbide – కార్బైడ్
Carbohydrate – కార్బొహైడ్రేట్
Carbon – కార్బన్, అంగారము, బొగ్గు
Carbon amine – కార్బన్ ఎమీన్
Carbonate – కార్బొనేట్
Carbon atom – కార్బన్ పరమాణువు
Carbon compounds – కార్బన్ యౌగికములు
Carbon di oxide – కార్బన్ డై ఆక్సైడ్
Carbon di sulphide – కార్బన్ డై సల్ఫైడ్
Carbon group – కార్బన్ వర్గము
Carbonic acid derivatives – కార్బానిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు
Carbon monoxide – కార్బన్ మోనాక్సైడ్
Carbon tetra chloride – కార్బన్ టెట్రా క్లోరైడ్
Carbon transmitter – కార్బన్ ప్రేషకము
Carbonyl radical – కార్బొనిల్ గణము
Carboxyl acid – కార్బాక్సిల్ ఆసిడ్
Carboxylic acid derivatives – కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్ వ్యుత్పన్నములు
Carbyl amine – కార్బైల్ ఎమీన్
Carius tube – కేరయస్ గొట్టము
Cataphoresis – విద్యున్నిస్సరణము
Catalysis – కేటాలిసిస్, ప్రేరణము
Catalyst – ప్రేరకము
Cathode – కేథోడ్, ఋణాగ్రము
Cathode rays – కేథోడ్ కిరణములు, ఋణాగ్ర కిరణములు
Caustic potash – కాస్టిక్ పొటాష్, దాహక పొటాష్
Caustic potash liquid – కాస్టిక్ పొటాష్ ద్రావణము
Caustic soda – కాస్టిక్ సోడా, దాహకసోడా
Cell constant – ఘట స్థిరాంకము
Celluloid – సెల్యులాయిడ్
Cellulose – సెల్యులోస్, కాష్ఠద్రవ్యము
Cementation process – సీమెంటేషన్ విధానము
Centimeter – సెంటీమీటరు
Centrifugal force – కేంద్రాపసారి బలము
Centripetal force – కేంద్రాభిసారి బలము
Centre of gravity – సెంటర్ ఆవ్ గ్రావిటీ, గరిమనాభి
Cerium – సిరియమ్
Cerium earths – సిరియమ్ మృత్తులు
Cerium group – సిరియమ్ వర్గము
Cesium – సీజియమ్
Chain reaction – గొలుసుకట్టుమార్పు
Charge-mass ratio – ఆవేశము-ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి
Chemical affinity – కెమికల్ ఎఫినిటీ, రాసాయనిక మైత్రి
Chemical energy – రాసాయనికశక్తి
Chemistry – కెమిస్ట్రీ, రాసాయనికశాస్త్రము
Chloracetyl – క్లోరాసిటైల్
Chloral hydrate – క్లోరల్ హైడ్రేట్
Chloric acid – క్లోరిక్ ఆసిడ్
Chloride – క్లోరైడ్

Chlorine – క్లోరిన్
Chlorine gas – క్లోరిన్ వాయువు
Chloro acetic acid – క్లోరో అసిటిక్ ఆసిడ్
Chloroform – క్లోరోఫార్మ్
Chlorophyll – క్లోరోఫిల్
Chloro propionic acid – క్లోరోప్రోపియానిక్ ఆసిడ్
Chromate ion – క్రోమేట్ అయన్
Chromic oxide – క్రోమిక్ ఆక్సైడ్
Chromium – క్రోమియమ్
Chromium metal – క్రోమియమ్ ధాతువు
Chromophores – క్రోమోఫోర్స్, వర్ణవాహకములు
Chromatography – క్రోమటోగ్రఫీ, వర్ణగ్రహణ విశ్లేషణము
Cinnabar – రససింధూరము, ఇంగలికము
Cinnamic – సిన్నామిక్
Circulation – సంవహనము
Cis acids – సిస్ అమ్లములు
Citric acid – సిట్రిక్ ఆసిడ్
Closed magnetic chains – పూర్ణఅయస్కాంత వలయములు
Coagulation – కోయాగ్యులేషన్, స్కందనము
Coal gas – బొగ్గు
Coal tar – కోల్ తారు (కోల్తారు)
Cobalt – కోబాల్ట్
Cobalt amine – కోబాల్ట్ ఎమీన్
Cobalt arsenide – కోబాల్ట్ ఆర్సెనైడ్
Cobalt carbonyl – కోబాల్ట్ కార్బొనిల్
Cobalt glance – కోబాల్ట్ గ్లాన్స్
Cobaltite – కోబాల్టైట్
Cobaltous – కోబాల్టస్
Cobalt sulphide – కోబాల్ట్ సల్ఫైడ్
Coconut – కొబ్బరి
Cod liver oil emulsion – కాడ్ చేప నూనె ఇమల్షన్
Coffee – కాఫీ
Coherer – కొహిరరు, ధాతుకణ గ్రాహకము
Cohesive force – పరస్పరాకర్షణబలము
Colligative properties – కోలిగేటివ్ ప్రోపర్టీస్, అనుస్యూత ధర్మములు (లక్షణము)
Collision – సంఘట్టనము
Colloid – కొల్లాయిడ్, మిథ్యాద్రావణము
Colloid chemistry – కొల్లాయిడ్ రాసాయనికశాస్త్రము
Colorimetric – వర్ణమాపకము
Columbium – కొలంబియమ్
Commutator – కామ్యుటేటర్, పరివర్తకము
Compass – దిక్సూచి
Compensation – ప్రతికరణము
Complementary – సంపూరకము
Components – కాంపొనెంట్స్, అంశీభూతములు
Compton effect – కాంప్టన్ ఫలితము
Concave – పుట

Concavo-convex – కాంకేవో కాన్వెక్స్, పుటకుంభీయ
Concentration cell – సాంద్రతాఘటము
Concept of combining weight – సంయోగభారభావము
Concept of equivalent weight – తుల్యభారభావము
Condensed double ring – సంహతద్వివలయము
Condenser – సంఘనకము
Conductance – వాహకత
Conducting property – విద్యుద్వాహకగుణము
Conduction – కండక్షన్, వహనము
Conduction of heat – ఉష్ణతాపారగమనము
Conductor – వాహకము
Conductor of electricity – విద్యుద్వాహకము
Configuration – (అణు) విన్యాసము
Congo red – కాంగోరెడ్
Conjuntive force – సంశ్లేషక బలము
Constant – స్థిర
Constantine – కాన్‌స్టెన్‌టైన్
Constitution – కూర్పుక్రమము
Constitutive – కాన్‌స్టిట్యూటివ్, ద్రవ్యరచనారీతి
Contact electricity – సంసర్గవిద్యుత్తు
Contact process – స్పర్శకవిధానము
Continuous spectrum – అవిచ్ఛిన్నవర్ణమాల
Control – నియంత్రకము
Convection – కన్వెక్షన్, సంవహనము
Conventional – సంప్రదాయ
Convection current – సంవహన ప్రవాహము
Convergent – కన్వర్జెంట్, అభిసారి
Converter – కన్వర్టర్
Convexo concave – కాన్వెక్సో కాంకేవ్, కుంభపుటీయ
Coolidge x-ray tube – కూలిజ్ నాళము
Copernicus theory – కోపర్నికస్ సిద్ధాంతము
Coordinative covalency – కోఆర్డినేటివ్ కోవెలన్సీ, సమన్వయ సమయోజనీయత
Copper – కాపర్, తామ్రము, రాగి
Copper ferro cyanide – కాపర్ ఫెర్రోసైనైడ్
Copper oxide – కాపర్ ఆక్సైడ్
Copper pyrites – కాపర్ పైరిటీస్
Copper sulphate – కాపర్ సల్ఫేట్, మైలతుత్తము
Copper sulphide – కాపర్ సల్ఫైడ్
Corona – కొరోనా, సూర్య మకుటము
Corona discharge – కొరోనా ఉత్సర్గము
Corpuscle – కణము
Corpuscular theory of light – కాంతి కణవాదము
Corundum – కురువిందము
Cosmic ray – కాస్మిక్ కిరణము, విశ్వకిరణము
Coulomb law – కూలామ్ నియమము
Coulometer – కూలామ్ మాపకము
Coupling – అనుయోజనము

Coupling agents – అనుయోజ్యములు
Covalent – కోవేలెంట్, సమయోజనీయ బంధములు
Cresol – క్రెసోల్
Critical angle – సందిగ్ధ కోణము
Critical temperature – సందిగ్ధ తాపక్రమము
Crotonic acid – క్రోటానిక్ ఆసిడ్
Crucible method – మూస విధానము
Crude oil – క్రూడాయిల్
Cryolite – క్రయొలైట్
Crystal – స్ఫటికము
Crystallisation, fractional – ఆంశిక స్ఫటికీకరణము
Cumbustion – జ్వలనము
Cumin – కుమీన్
Cupel furnace – మూస కొలిమి
Cupric oxide – కూప్రిక్ ఆక్సైడ్
Cuprite – క్యూప్రైట్
Cuprous oxide – కూప్రస్ ఆక్సైడ్
Cuprous sulphide – కూప్రస్ సల్ఫైడ్
Curie point – క్యూరీ బిందువు
Curie temperature – క్యూరీ తాపక్రమము
Curium – క్యూరియమ్
Current electricity – ప్రవాహ విద్యుత్తు
Cyanide – సైనైడ్
Cyclic compounds – వలయయౌగికములు
Cyclotron – సైక్లోట్రాన్
Cyno hydride – సైనోహైడ్రైడ్

## D

D'Alembert's principle – డెలాంబేర్ సూత్రము
Dalton's hypothesis – డాల్టన్ కల్పన
Damped waves – అవరుద్ధతరంగములు
Danish steel yard – డేనిష్ తునికోల
Dark age – అంధయుగము
Dative co-valency – డేటివ్ కోవేలన్సీ, సంప్రదాన సమయోజనీయత
Davy's safety lamp – డేవీరక్షక దీపము
Debye's powder method – డీబై చూర్ణ విధానము
Decane – డెకేన్
Decarboxylation – డికార్బ్యానీకరణము
Deductive method – నిగమనపద్ధతి
Degradation – క్షయీకరణము
Delta metal – డెల్టా ధాతువు
Denitrification – వినత్రీకరణము
Depolarizers – డిపోలరైజర్స్, విధ్వంసకములు, విధ్రువకములు
Descriptive chemistry – వర్ణనాత్మక రాసాయనికశాస్త్రము
Density – సాంద్రత
Depside – డెప్సైడ్
Depression of freezing point – హిమాంకవసతి
Derivatives – వ్యుత్పన్నములు
Destructive – విఘటనాత్మక
Destructive distillation – విఘటనాత్మక స్వేదనము
Detection – ఉపలంభనము
Detector – ఉపలంభకము
Determination of molecular weight – అణుభార నిర్ణయము
Deuterium – డోయిటీరియమ్
Deuteron – డోయిట్రాన్
Developed colours – డెవలెప్డ్ కలర్స్, వికాసితవర్ణములు
Dewar flask – డ్యూవర్ పాత్ర
Dextrose – డెక్స్‌ట్రోస్, కుడిచక్కెర
Dialyzer – డయలైజర్, విశ్లేషకము
Diamonds – వజ్రములు
Dia-para and ferro magnetism – డయాపారాఫెర్రో మాగ్నెటిజమ్
Dia-spore – డయాస్పోర్
Diastase – డైయస్టేజ్
Diazo-compound – డైఆజోయౌగికము
Diazo methane – డైఆజోమీథేన్
Diazotization – డైఆజోటీకరణము
Di-chloro acetic acid – డైక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్
Di-cyanide – డైసైనైడ్
Dielectrics – డైఎలక్ట్రిక్స్, పారవిద్యుతికములు
Diene – డైయీన్
Diesel – డీసెల్
Di-ethyl barbituric acid – డైఎథిల్ బార్బిట్యూరిక్ ఆసిడ్
Di-ethyl ester – డైఎథిల్ ఎస్టర్
Diffraction – వివర్తనము
Diffraction grating – వివర్తనజాలకము
Diffusion – ప్రసరణ సంఘటన
Di-hydric alcohol – డైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్
Di-hydroxy phenol డైహైడ్రాక్సీ ఫినోల్
Di-halide – డైహేలైడ్
Di-ketoxime – డైకీటాక్సీమ్
Diluted – విలీన
Di-methyl amino azo benzene – డైమెథిల్ ఎమీనో ఆజోబెన్జీన్
Di-methyl ketone – డైమెథిల్ కీటోన్
Di-methyl ketoxime – డైమెథిల్ కీటాక్సీమ్
Diode – ద్వ్యగ్రము
Dioscorides – డైయోస్కారిడీజ్
Dioxy purine – డైఆక్సీ ప్యూరీన్
Dip-circle – అభినతివర్తులము
Diphenyl – డైఫీనిల్
Dipole – ద్విధ్రువము
Dipole moment – ద్విధ్రువ మోమెంట్
Direct chains – ఋజుశృంఖలములు
Direct current – డైరక్ట్ కరెంట్, (డి. సి.) ఋజువిద్యుత్ ప్రవాహము
Direct ratio – డైరక్ట్ రేషియో, సంబంధసామ్యము

Dirigible – డిరిజిబుల్, సంచల్యవాతనౌక
Disaccharide – డైసాకరైడ్
Discharge – ఉత్సర్గము
Dispersing compound – ఆధారయౌగికము
Dispersing medium – ఆధారద్రవ్యము, యానకద్రవ్యము
Displacement – స్థానభ్రంశము
Dissocitiaon – విచ్ఛేదనము
Dissociation pressure – డిస్సోసియేషన్ ప్రెషర్, విచ్ఛేదన ప్రేషము
Disturbance – సంక్షోభము
Divergent – డైవర్జెంట్, అపసారి
Dolomite – డోలమైట్
Doppler principle – డప్లర్ సూత్రము
Double concave – డబుల్ కాంకేవ్, ద్విపుటీయ
Double convex – డబుల్ కాన్వెక్స్, ద్వికుంభీయ
Double cyclic terpene – ద్వివలయిక టెర్పీన్
Double prism – డబుల్ ప్రిజమ్, ద్విపట్టకము
Double reversibility – ద్విపరివర్తనము
Doubly ionised – ద్వి అయనీకృతము
Dry cell – డ్రైసెల్, నిరార్ద్రఘటము
Dulong and Petit specific heat – డ్యూలాంగ్ పెటి విశిష్టోష్ణత
Dumas method – డ్యూమా పద్ధతి
Duploye's method – డూప్లే విధానము
Duralumin – డ్యురాల్యుమిన్
Dynamic equilibrium – సచలాల్యస్థితి
Dynamics – గతిశాస్త్రము
Dynamo – డైనమో
Dysprosium – డిస్ప్రోసియమ్

## E

Earth wave – భూతరంగము
Ebonite – ఎబొనైట్
Edison effect – ఆడిసన్ ఫలితము
Effluvia – ఉద్గారము
Efflorescence – ప్రస్ఫురణము
Einsteinium – ఐన్‌స్టయినియమ్
Einstein's law of equivalence – ఐన్‌స్టయిన్ సమతా సూత్రము
Elasticity – ఇలాస్టిసిటీ, స్థితిస్థాపకత
Electrical attraction – విద్యుతాకర్షణ
Electrical circuit – విద్యుద్వలయము
Electrical induction furnace – విద్యుత్ ప్రరోచన కొలిమి
Electrical resistance furnace – విద్యుత్ నిరోధ కొలిమి
Electric arc furnace – ఎలక్ట్రిక్ ఆర్క్ ఫర్నెస్, విద్యుత్‌చాప కొలిమి
Electric bell – విద్యుద్ఘంట
Electric bulb – గోళదీపము
Electric circuit – విద్యుత్ప్రవాహక వలయము
Electric current – విద్యుత్ ప్రవాహము
Electric furnace – ఎలక్ట్రిక్ ఫర్నెస్, విద్యుత్ కొలిమి
Electricity – విద్యుత్తు
Electricity, static – స్థిరవిద్యుత్తు
Electric light – విద్యుత్ దీపము
Electric power – విద్యుచ్ఛక్తి
Electrics – ఎలెక్ట్రిక్స్
Electric spark – విద్యుత్ స్ఫులింగము
Electric waves & wireless – ఎలక్ట్రిక్ వేవ్స్ అండ్ వైర్‌లెస్, విద్యుత్తరంగములు – నిస్తంత్రి
Electrification – ఎలక్ట్రిఫికేషన్, వైద్యుతీకరణము, విద్యుతీకరణము
Electro-chemistry – విద్యుత్ రాసాయనిక శాస్త్రము
Electrode – ఎలక్ట్రోడ్, విద్యుదగ్రము
Electrodualism – విద్యుత్ ద్వైతవాదము
Electro-dynamics – ఎలక్ట్రో డైనమిక్స్, విద్యుద్గతి శాస్త్రము
Electrolysis – విద్యుత్ విశ్లేషణము
Electrolyte – విద్యుద్విశ్లేష్యము
Electrolytic conduction – విద్యుత్ విశ్లేష్యవహనము
Electromagnet – విద్యుదయస్కాంతము
Electromagnetic induction – విద్యుదయస్కాంత ప్రరోచనము
Electromagnetic recorder – విద్యుదయస్కాంతస్వర లేఖకము
Electromagnatic spectrum – విద్యుదయస్కాంతవర్ణమాల
Electromagnetic theory – విద్యుదయస్కాంతసిద్ధాంతము
Electromagnatic vibration – విద్యుదయస్కాంత స్పందనము
Electromagnetic waves – విద్యుదయ స్కాంతతరంగములు
Electromagnetism – విద్యుదయస్కాంతత్వము
Electrometallurgy – ఎలక్ట్రో మెటలర్జీ
Electrometer – విద్యున్మాపకము
Electromotive force – విద్యుచ్చాలక బలము
Electron – ఎలక్ట్రాన్, ఋణవిద్యుత్ కణము
Electro negative – ఋణవైద్యుతీయము
Electronic interpretation of valency – ఎలక్ట్రానిక్ ఇంటర్ప్రెటేషన్ ఆవ్ వేలెన్సీ, యొజనీయత–ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్ వివరణ
Electronic theory – ఎలక్ట్రాన్ సిద్ధాంతము
Electron lens – ఎలక్ట్రాన్ కటకము
Electron optics – ఎలక్ట్రాన్ చాక్షుష శాస్త్రము
Electron quantum theories – ఎలక్ట్రాన్ క్వాంటం సిద్ధాంతములు
Electron refraction – ఎలక్ట్రాన్ వక్రీభవనము
Electron theory of matter – ఎలక్ట్రాన్ వస్తుతత్వము
Electron volt – ఎలక్ట్రాన్ వోల్టు
Electro positive – ధనవైద్యుతీయము
Electro scope – విద్యుద్దర్శని
Electro statics – ఎలక్ట్రోస్టేటిక్స్, స్థిరవిద్యుచ్ఛాస్త్రము
Electro static unit – ఎలక్ట్రోస్టేటిక్ యూనిట్
Electuary – అమృతద్రావకము
Element – మూలద్రవ్యము
Element of symmetry – సౌష్ఠవాంశము
Elevation of boiling point – క్వథనాంకోన్నతి
Ellipse – దీర్ఘవృత్తాకారము

Emanation – ఉద్గారము

Emmission spectrum – ఉద్గతవర్ణమాల, ఎమిషన్ స్పెక్ట్రమ్, ఉద్గమన వర్ణపటము

Empirical formula – ప్రాయోగికాణు సాంకేతికము

Emulsion – ఇమల్షన్

Enantiomorphous – ఎనాంటియోమోర్ఫస్, ప్రతిరూపములు

Endothermic reaction – ఎండోథెర్మిక్ రియాక్షన్, ఉష్ణత విలీనము చేసుకొను ప్రక్రియ

Energy – శక్తి

Enolic ester – ఈనోలిక్ ఎస్టర్

Enzyme – ఎన్జైమ్

Epidiascope – ఎపిడయస్కోప్

Epsom salt – ఎప్సమ్ లవణము

Equilibrium state – సమతాస్థితి

Equipotential points – సమప్రేష బిందువులు

Equivalent conductivity – ఈక్వివలెంట్ కండక్టవిటీ, తుల్యవిద్యుద్వాహకత్వము

Erbium – ఎర్బియమ్

Erg – అర్గ్

Ergot – ఎర్గాట్

Ester – ఎస్టర్

Ethane – ఎతేన్

Ether – ఈతర్

Ethyl acetate – ఎథిల్ ఆసిటేట్

Ethyl alcohol – ఎథిల్ ఆల్కహాల్

Ethyl amine – ఎథిల్ ఎమీన్

Ethyl benzene – ఎథిల్ బెన్జీన్

Ethyl chloride – ఎథిల్ క్లోరైడ్

Ethylene – ఎథిలీన్

Ethylene oxide – ఎథిలీన్ ఆక్సైడ్

Ethyl methyl ketone – ఎథిల్ మెథిల్ కీటోన్

Europium – యూరోపియమ్

Eutectic point – యుటెక్టిక్ బిందువు

Experiment – ప్రయోగము

Explosive antimony – ప్రేలుడు ఆంటిమొని

Exothermic reaction – ఎక్సోతెర్మిక్ రియాక్షన్, బహిర్గతమగు ఉష్ణతగల ప్రక్రియ

External compensation – బాహ్యాపూరణము

External force – బాహ్యబలము

Eyepiece – అక్షికటకము

## F

Faraday – ఫారడే (యూనిట్)

Faraday's electrolysis – ఫారడే విద్యుత్ విశ్లేషణము

Fatty (aliphatic) acid – మజ్జామ్లము

Feed back – పోషకక్రియ

Fehling solution – ఫెలింగు ద్రావణము

Feldspar – ఫెల్డ్స్పార్, చంద్రకాంత శిలాస్ఫటికము

Fermentation – కిణ్వప్రక్రియ

Fermium – ఫెర్మియమ్

Ferric chloride – ఫెర్రిక్ క్లోరైడ్

Ferric hydroxide – ఫెర్రిక్ హైడ్రాక్సైడ్

Ferric oxide – ఫెర్రిక్ ఆక్సైడ్

Ferric salt – ఫెర్రిక్ లవణము

Ferric sulphide – ఫెర్రిక్ సల్ఫైడ్

Ferro chromium – ఫెర్రోక్రోమియమ్

Ferro manganese – ఫెర్రోమాంగనీస్

Ferro magnetic – ఫెర్రోమాగ్నెటిక్

Ferroso ferric oxide – కాంతభస్మము

Ferro tungsten – ఫెర్రోటంగ్స్టన్

Ferrous alloy – ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్, ఆయస ధాతుమిశ్రము

Ferrous iron – ఫెర్రస్ ఇనుము

Ferrous oxide – ఫెర్రస్ ఆక్సైడ్

Ferrous salt solution – ఫెర్రస్ లవణద్రావణము

Ferrous sulphate – ఫెర్రస్ సల్ఫేట్

Ferrous sulphide – ఫెర్రస్ సల్ఫైడ్

Film – ఫిల్మ్

Fire – అగ్ని

Fire extinguisher – అగ్నినిర్వాపకము

Fission – విదళనము

Fixed air – బద్ధవాయువు

Fixed pulley – స్థిరమగు కప్పీ

Fixing – స్థిరీకరణము

Floatation – ఫ్లోటేషన్, ఉత్ప్లవనము

Flourescent lamp – స్ఫోరకదీపము

Flow tide – గురువేల

Fluorescence – ఫ్లోరిసెన్స్, ప్రస్ఫురణము

Fluorine – ఫ్లోరిన్

Focus – సంగమబిందువు

Focal length – ఫోకల్ లెంగ్త్, నాభ్యంతరము

Force – బలము

Force pump – ఫోర్స్ పంపు

Form elasticity – ఆకారస్థితి స్థాపకబలము

Formaldehyde – ఫార్మాల్డిహైడ్

Formalin – ఫార్మలిన్

Formic acid – ఫార్మిక్ ఆసిడ్

Fractional distillation – ఆంశిక స్వేదనము

Francium – ఫ్రాన్సియమ్

Free-energy – ఉపయోజ్యశక్తి

Freezing point – హిమాంకము

Freezing point, lowering of – హిమాంకావనతి

Frequency – పౌనఃపున్యము

Friction – ఘర్షణ

Fuel – ఇంధనము

Fumaric – ఫ్యుమేరిక్

Fuming nitric acid – ఫ్యూమింగ్ నైట్రిక్ ఆసిడ్

Fundamental unit – మూలపరిమాణము

Funnel – గల్లా, గలని, ఫనెల్
Furfuralde hyde – ఫర్ ఫరాల్డిహైడ్
Fusel oil – ఫ్యూసెల్ ఆయిల్

## G

Gadolin – గడోలిన్
Gadolinite – గడోలినైట్
Gadolinium – గడోలినమ్
Galena – గెలినా
Gallic acid – గాలిక్ ఆసిడ్
Gallium – గాలియమ్
Gallium hydroxide – గాలియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Gallium nitrate – గాలియమ్ నైట్రేట్
Gallium oxide – గాలియమ్ ఆక్సైడ్
Galvanic cell – విద్యుద్ఘటమాల
Galvani's electric current – గాల్వనీ విద్యుత్ ప్రవాహము
Galvanism – ప్రవాహవిద్యుత్తు
Galvanized iron – గాల్వనైజ్డ్ ఇనుము
Galvanizing – గాల్వనైజ్ చేయుట
Galvanometer – గాల్వనీ మాపకము, గాల్వనీ మీటరు
Gas – గాస్, వాయువు
Gas fuel – వాయురూపేంధనము
Gasoline – గాసోలీన్
Gauss – (గాస్) అయస్కాంతశక్తి యూనిట్
Gay Lussac's law – గేలుసాక్ నియమము
Geiger counter – గైగర్ గణిత్రము
Geissler tube – గెయ్‌స్లర్ గొట్టము
Gelatin – సర్వేసు
General field theory – సామాన్యక్షేత్రసిద్ధాంతము
Geological survey – జియలాజికల్ సర్వే
Geometrical – జ్యామితీయాకారము
Germanium – జెర్మేనియమ్
German silver – జర్మనుసిల్వర్
Gibbsite – గిబ్సైట్
Glacial acetic acid – గ్లేషియల్ ఆసిటిక్ ఆసిడ్
Glauber – గ్లాబర్
Glover – గ్లవర్
Glow discharge – కాంతియుత విద్యుదుత్సర్గము
Gluconic acid – గ్లూకోనిక్ ఆసిడ్
Glucose – గ్లూకోస్
Glucoside – గ్లూకోసైడ్
Glyceride – గ్లిసరైడ్
Glycogen – గ్లైకోజన్
Glycol – గ్లైకోల్
Glycollic acid – గ్లైకోలిక్ ఆసిడ్
Gold – బంగారము, గోల్డ్
Gold leaf electroscope – స్వర్ణపత్ర విద్యుద్దర్శని
Gondola – గోండోలా





Gram – గ్రాము
Gramophone – గ్రామఫోన్
Granite – నల్లశాణము, గ్రానైట్
Graphic formula – రేఖా సాంకేతికము
Graphite – గ్రాఫైట్
Graphite crystal – గ్రాఫైట్ స్ఫటికము
Grating – జాలకము
Gravitation – గురుత్వాకర్షణశక్తి
Gravitational attraction – గురుత్వాకర్షణము
Gravitational constant – గురుత్వాకర్షణస్థిరాంకము
Gypsum – జిప్సమ్, కాల్సియమ్ సల్ఫేట్

## H

Hafnium – హాఫ్నియమ్
Halogen – హేలోజన్
Hardness – కాఠిన్యము
Heat – ఉష్ణము, వేడిమి, తాపము
Heat capacity – తాపగ్రహణసామర్థ్యము
Heat conduction – ఉష్ణవాహకత
Heat effect – ఉష్ణప్రభావము
Heat energy – ఉష్ణశక్తి
Heat of combination – సంయోగోష్ణత
Heat of dissociation – విశ్లేషణోష్ణత
Heat of formation – ఉత్పత్తి తాపము
Heat of hydration – ఉదకీకరణోష్ణత
Heat of ignition – జ్వలనోష్ణత
Heat of ionization – అయనీభవనోష్ణత
Heat of neutralization – తటస్థీకరణోష్ణత
Heat of solution – ద్రావణోష్ణత
Heavenly bodies – నభోమూర్తులు
Heavy water – హెవీవాటర్, గురూదకము
Helio centric theory – సూర్యకేంద్రసిద్ధాంతము
Helium – హీలియమ్
Helium spectrum – హీలియమ్‌వర్ణమాల
Hematite – హేమటైట్
Hemihedrism – అర్ధతలసంఘటన
Hemimellitene – హేమిమెల్లిటీన్
Henry's law – హెన్రీనియమము
Hepta hydrate – సప్తోదకితము
Heron – హెరాన్
Hess's law – హెస్‌నియమము
Hetero-cyclic – విషమవలయ
Heterogeneous equilibrium – హెటిరోజీనియస్ ఈక్విలిబ్రియమ్, విజాతీయవ్యవస్థలోసమతాస్థితి
Hieroglyphics – చిత్రలిపి లిఖితములు
High temperature carbonisation – అధితాపక్రమ కార్బనీకరణము
Hoffmann's bottle – హాఫ్‌మన్ సీసా
Hoffmann's method – హాఫ్‌మన్ విధానము
Hoffmann's reaction – హాఫ్‌మన్ ప్రతిక్రియ

Holmium – హోల్మియమ్
Homocyclic – సమవలయ
Homogeneous phase – హోమొజినస్ ఫేస్, సజాతీయ వ్యవస్థ
Homologous series – హోమోలగీయ శ్రేణి
Horizontal field – క్షితిజక్షేత్రము, క్షైతిజక్షేత్రము
Horizontal plane – క్షితిజతలము
Horse power – హార్స్ పవర్, అశ్వసామర్థ్యము
Humidity – ఆర్ద్రత
Hydrocarbon – హైడ్రో కార్బన్
Hydrocarbon derivatives – హైడ్రో కార్బన్ వ్యుత్పన్నములు
Hydrocarbon propane – హైడ్రోకార్బన్ ప్రొపేన్
Hydrochloric acid – హైడ్రో క్లోరిక్ ఆసిడ్
Hydrodynamics – ప్రవాహిస్థితి శాస్త్రము
Hydrogen – హైడ్రోజన్, ఉదజని
Hydrogenation – ఉదజనీకరణము
Hydrogen atom – హైడ్రోజన్ పరమాణువు
Hydrogen bomb – హైడ్రోజన్ బాంబు
Hydrogen bromide – హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్
Hydrogen compound – హైడ్రోజన్ యౌగికము
Hydrogen ion – హైడ్రోజన్ అయన్
Hydrogen sulphide – హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్
Hydroiodic acid – హైడ్రోఅయిడిక్ ఆసిడ్
Hydrolysis – జలవిశ్లేషణము
Hydro metallurgy – హైడ్రోమెటలర్జి
Hydrostatics – హైడ్రోస్టాటిక్స్, ప్రవాహిస్థితి శాస్త్రము, ద్రవస్థితి శాస్త్రము
Hydroxide – హైడ్రాక్సైడ్
Hydroxy acid – హైడ్రాక్సీఆసిడ్
Hydroxy azo benzene – హైడ్రాక్సీ అజో బెన్జీన్
Hydroxy azo dye – హైడ్రాక్సీ అజోవర్ణద్రవ్యము
Hydroxy benzoic acid – హైడ్రాక్సీబెన్జోయిక్ ఆసిడ్
Hydroxy butyric acid – హైడ్రాక్సీబూటిరిక్ ఆసిడ్
Hydroxy derivatives – హైడ్రాక్సీ వ్యుత్పన్నములు
Hydroxyl amine – హైడ్రాక్సిల్ ఎమీన్
Hydroxyl ions – హైడ్రాక్సిల్ అయన్‌లు
Hydroxyl radical – హైడ్రాక్సిల్ గణము
Hydroxy propionic acid – హైడ్రాక్సీ ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్

## I

Iceland spar – ఐస్‌లాండ్ స్పార్, కాల్సైట్
Iconoscope – ఐకనోస్కోప్
Ideal gas – ఐడియల్ గాస్, కల్పితవాయువు
Idea of action at a distance – దూరకార్యభావము
Ignition – జ్వలనము
Illinium – ఇలినియమ్
Illuminating gas – ఇల్యూమినేటింగ్ గాస్
Incident intensity – పతనతీక్ష్ణత
Indigo – నీలిమందు
Indium – ఇండియమ్
Indium di chloride – ఇండియమ్‌డైక్లోరైడ్
Indium mono chloride – ఇండియమ్ మోనోక్లోరైడ్
Indium monoxide – ఇండియమ్ మోనాక్సైడ్
Indium oxide – ఇండియమ్ ఆక్సైడ్
Indium salt – ఇండియమ్ లవణము
Indium trichloride – ఇండియమ్‌ట్రైక్లోరైడ్
Induced magnetism – ప్రేరిత అయస్కాంతత్వము
Induction coil – ఇండక్షన్‌కాయిల్, ప్రరోచన వేష్టనము
Induction electric – ప్రరోచనవిద్యుత్తు
Induction furnace ఇండక్షన్ ఫర్నేస్
Inductive method – వ్యాప్తిగ్రహణపద్ధతి
Inert gas – జడవాయువు
Inertia – జడత్వము
Infinite dilution – అనంతవిలయనస్థితి
Infinity – అనంతము
Infrared radiometer – ఇన్‌ఫ్రరెడ్ రేడియోమీటరు, పరారుణ వికిరణమాపకము
Inorganic acid – అకర్బనామ్లము, ఖనిజామ్లము
Inorganic chemistry – అకర్బన రాసాయనికశాస్త్రము
Inorganic compound – అకర్బన యౌగికము
Inorganic matter – అకర్బనద్రవ్యము
Inositol – ఇనోసిటోల్
Insulator – విద్యుద్బంధకము, అవిద్యుద్వాకము
Integral calculus – ఇంటెగ్రల్ కాల్‌క్యులస్, చయనకలనము
Interference – ఇంటర్ ఫియరెన్స్, మిథోఘట్టనము
Intermediate compound theory – మధ్యస్థ యౌగికవాదము
Internal compensation – అంతరపూరణము
Invar steel – ఇన్వార్ ఉక్కు
Invertase – ఇన్వర్టేజ్
Invert sugar – ఇన్వర్ట్ చక్కెర
Iodide – అయిడైడ్
Iodimetry – అయిడిమెట్రి
Iodine – అయిడీన్
Ion – అయన్
Ionia – అయోనియా
Ionic current – అయన్‌ప్రవాహము
Ionisation chamber – అయనీకరణ మందిరము
Ions-ionisation – అయన్‌లు–అయనీకరణము
Ion theory – అయన్‌సిద్ధాంతము
Iridium – ఇరిడియమ్
Iron – ఇనుము
Iron carbonyl – ఐరన్‌కార్బొనిల్
Iron disulphide – ఐరన్‌డైసల్ఫైడ్
Iron oxide – ఐరన్ ఆక్సైడ్
Iron pyrites – ఐరన్ పైరిటీస్
Iso amyl alcohol – ఐసోఅమిల్ ఆల్కహాల్
Iso butyric acid – ఐసోబూటిరిక్ ఆసిడ్
Iso cyanide – ఐసోసైనైడ్

Iso cyanide isomerism – ఐసోసైనైడ్ సమాంగరూపత
Iso hydro cyanic acid – ఐసోహైడ్రోసైనిక్ ఆసిడ్
Isomerous – ఐసోమరస్
Isomorphism – ఐసోమోర్ఫిజమ్, సమరూపత
Isomorphous – ఐసోమార్ఫస్
Isonitrile – ఐసోనైట్రైల్
Iso-octane – ఐసోఆక్టేన్
Isoprene – ఐసోప్రీన్
Iso primary-butyl alcohol – ఐసోప్రైమరీ బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్
Iso propyl – ఐసోప్రోపిల్
Isothermal process – సమతాపప్రక్రియ
Isotope – సమస్థానీయము
Ivory black – ఐవరీబ్లాక్

## J

Joshi effect – జోషీఫలితము
Joule's law – జౌల్ నియమము

## K

Kaleidoscope – కెలిడియోస్కోప్, చిత్రదర్శని
Kennelly-Heaviside layer – కేనల్లీహెవిసైడ్ స్తరము
Kerosene oil – కిరసనాయిలు
Ketamide – కీటమైడ్
Keto butyric acid – కీటోబ్యూటిరిక్ ఆసిడ్
Ketone – కీటోన్
Ketonic acid – కీటోనిక్ ఆసిడ్
Ketonic hydrolysis – కీటోన్ జలవిశ్లేషణము
Kilocalorie – కిలోకేలోరీ
Kilogram – కిలోగ్రాము
Kinetic energy – గతిశక్తి, చలనశక్తి
Kinetics – గతిశాస్త్రము
Kinetic theory – చలదణు సిద్ధాంతము
Knob – గుబ్బ
Krypton – క్రిప్టాన్

## L

Lactic acid – లాక్టిక్ ఆసిడ్
Lactose – పాలచక్కెర
Lamp black – దీపాంగారము
Lanthanum – లేంతనెమ్
Lassaigne test – లసైను శోధన
Latent heat – లేటెంట్ హీట్, గుప్తోష్ణత
Latent heat of fusion – ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత
Latent heat of melting – ద్రవీభవన గుప్తోష్ణత
Latent heat of solidification – ఘనీభవన (హిమీభవన) గుప్తోష్ణత
Latent heat of vapourisation – బాష్పీభవన గుప్తోష్ణత
Latin – లాటిన్
Laughing gas – లాఫింగ్ గాస్, హాసవాయువు
Law of equivalent weights – తుల్యభార నియమము
Law of mass action – లా ఆఫ్ మాస్ యాక్షన్, అణుసాంద్ర నియమము
Laws of motion – గతిశాస్త్ర నియమములు
Lead – లెడ్, సీసము
Lead acetate – లెడ్ ఆసిటేట్
Lead dioxide – లెడ్ డైఆక్సైడ్
Lead sulphide – లెడ్ సల్ఫైడ్
Lense – కటకము
Leyden jar – లైడన్ జాడీ
Liebermann reaction – లీబర్మాన్ ప్రక్రియ
Light – కాంతి, ప్రకాశము, వెలుతురు
Light metal – లఘుధాతువు
Lignite – లిగ్నైట్
Line integral – లైన్ఇంటెగ్రల్, రేఖాచయనము
Lines of force – బలరేఖలు
Linseed oil – అగిసెనూనె
Liquid fuel – ద్రవేంధనము
Liquid vapour – ద్రవబాష్పము
Lithium – లిథియమ్
Local action – స్థానికక్రియ
Lode stone – లోడ్‌స్టోన్; సూదంటురాయి
Long waves – దీర్ఘతరంగములు
Lowering of vapour pressure – బాష్పప్రేష నిమ్ననము
Low heat producers – అల్పోష్ణతాజనకములు
Low temperature carbonisation – స్వల్పతాపక్రమ కార్బనీకరణము
Luminescence – ప్రకాశిత్వము
Lutecium – లూటీషియమ్
Lyophobic colloids – ద్రవవిరోధులు

## M

Magic eye – మాయకన్ను
Magnesium – మగ్నీషియమ్
Magnet – అయస్కాంతము
Magnetic axis – అయస్కాంత అక్షము
Magnetic energy – అయస్కాంత శక్తి
Magnetic induction – అయస్కాంత ప్రరోచనము
Magnetic moment – అయస్కాంత భ్రమిష
Magnetic oxide of iron – మాగ్నెటిక్ ఆక్సైడ్ ఆఫ్ ఐరన్, కాంతలోహము
Magnetic pole – అయస్కాంతధ్రువము
Magnetic shell – అయస్కాంతపు కర్పరము
Magnetic theory – అయస్కాంత వాదము
Magnetised field – అయస్కాంతీకరణ క్షేత్రము
Magnetism – అయస్కాంతత్వము
Malic acid – మేలిక్ ఆసిడ్
Maltose – మాల్టుచక్కెర
Mandelic acid – మాండలిక్ ఆసిడ్
Manganese – మాంగనీస్

Manganese dioxide – మాంగనీస్ డైఆక్సైడ్
Manganese oxide – మాంగనీస్ ఆక్సైడ్
Marsh gas – మార్ష్ వాయువు
Marsh test – మార్ష్ శోధన
Mass – మాస్, ద్రవ్యరాశి
Mathematical analysis – గణిత విశ్లేషణపద్ధతి
Matter – ద్రవ్యము
Mean free path – మధ్యమాన స్వేచ్ఛాపథము
Mean horizontal candle power – సగటు క్షితిజక్యాండిల్ సామర్థ్యము
Mean spherical candle power – సగటు గోళీయక్యాండిల్ సామర్థ్యము
Mechanical advantage – మెకానికల్ అడ్వాంటేజి, యాంత్రిక లాభము
Mechanical equivalent of heat – మెకానికల్ ఈక్వివలెంట్ ఆఫ్ హీట్, తాపయాంత్రిక తుల్యాంకము
Mechanics – యాంత్రిక శాస్త్రము
Medium wave – మధ్యమతరంగము
Mendelevium – మెండెలివియమ్
Menthene – మెన్తీన్
Menthol – మెన్థాల్
Mercuric chloride – మర్క్యూరిక్ క్లోరైడ్; రసకర్పూరము, కేలోమెల్
Mercuric sulphide – మర్క్యూరిక్ సల్ఫైడ్, సింధూరము
Mercury – పాదరసము, మర్క్యూరీ
Mercury arc lamp – పాదరస చాపదీపము
Mercury discharge lamp – రసోత్సర్గ దీపము
Meridian – మధ్యాహ్న రేఖ
Metal – ధాతువు
Metallic vapour – ధాతుబాష్పము
Metalloid – ఉపధాతువు
Method – విధానము
Methyl cyanide – మెథిల్ సైనైడ్
Methyl iso nitrile – మెథిల్ ఐసో నైట్రైల్
Methyl iso propyl ketone – మెథిల్ ఐసో ప్రోపిల్ కీటోన్
Mica – అభ్రకము
Michelson-Morley experiment – మైకేల్సన్ - మార్లీ ప్రయోగము
Microphone – మైక్రోఫోన్, సూక్ష్మ శబ్దగ్రాహకము
Microscope – మైక్రోస్కోప్, సూక్ష్మదర్శిని
Milky way – పాలవెల్లి
Mineral oil – రాతినూనె
Mixed producer gas – మిశ్రమ ప్రొడ్యూసర్ వాయువు
Modern atomic theory – నవీన పరమాణు సిద్ధాంతము
Modern chemistry – నవీన రాసాయనిక శాస్త్రము
Mohr's salt – మోర్స్ లవణము
Molar surface energy – అణుతలశక్తి
Molecular concept – అణుభావము
Molecular concept - concept of molecular weight – అణుభావము–అణుభారభావము
Molecular concept - modern physics – అణుభావము–నవీన భౌతికశాస్త్రము
Molecular dispersion – అణువిస్తరణ
Molecular elevation of boiling point – అణుక్వథనాంకోన్నతి
Molecular field – అణుక్షేత్రము
Molecular formula – అణుసాంకేతికము
Molecular ray – అణుకిరణము
Molecular rearrangement – అణుపునర్విన్యాసము
Molecular refractivity – మోలిక్యూలర్ రిఫ్రాక్టివిటీ, అణువక్రీభవన సామర్థ్యము
Molecular rotation – అణుభ్రమణము
Molecular spectrum – అణువర్ణమాల
Molecular structure – అణురచన
Molecular theory of magnetism – అణు అయస్కాంత వాదము
Molecular volume – అణుఆయతనము
Molecular weight – అణు భారము
Molecules – అణువులు
Molybdenum – మొలిబ్డినమ్
Moment of force – మోమెంట్ ఆఫ్ ఫోర్స్, బలభ్రమకము
Momentum – గతిభారము
Monazite – మోనజైట్
Mono-cyclic terpenes – ఏకవలయిక టెర్పీన్‌లు
Monotropism – మోనోట్రోపిజమ్, ఏకావర్తనము
Mordant – వర్ణబంధకము
Motion – చలనము
Moulds – బూజులు
Moveable pulley – కదలు కప్పి

## N

Naphthalene – నాఫ్తలీన్
Naphthionic acid – నేఫ్తియానిక్ ఆసిడ్
Natural gas – సహజ వాయువు
Neap tide – లఘువేల
Negative – నెగెటివ్
Negative acceleration – ఋణత్వరణము
Negative image – నెగెటివ్ ఇమేజ్; వ్యతిరేక చిత్రము
Neodymium – నీయోడిమియమ్
Neon – నియాన్
Neon light – నీయాన్ దీపము
Neptunium – నెప్ట్యూనియమ్
Neutral – తటస్థ
Neutrino – న్యూట్రినో
Neutron – న్యూట్రాన్
Newton ring – న్యూటన్ వలయము
Newton's gravitation – న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణము
Newton's law of motion – న్యూటన్ గతినియమము
Nickel – నికెల్

Nickel carbonyl – నికెల్ కార్బొనిల్
Nicol prism  నికల్ పట్టకము
Nicotine – నికొటిన్
Niobium – నియోబియమ్
Nitrate – నైట్రేట్
Nitric acid – నైట్రిక్ ఆసిడ్
Nitric oxide – నైట్రిక్ ఆక్సైడ్
Nitrile – నైట్రైల్
Nitro benzene – నైట్రోబెంజీన్
Nitrogen – నైట్రోజన్
Nitrogen derivatives – నైట్రోజన్ వ్యుత్పన్నములు
Nitrogen di-oxide నైట్రోజన్ డైఆక్సైడ్
Nitrogen oxide నైట్రోజన్ ఆక్సైడ్
Nitrogen pentoxide – నైట్రోజన్ పెంటాక్సైడ్
Nitrogen test – నైట్రోజన్ శోధన
Nitro glycerine – నైట్రోగ్లిసరిన్
Nitrometer – నైట్రోమాపకము
Nitrosite compound – నైట్రోసైట్ యౌగికము
Nitroso amine – నైట్రోసో ఎమిన్
Nitroso chloride – నైట్రోసో క్లోరైడ్
Nitrosyl chloride – నైట్రోసిల్ క్లోరైడ్
Nitro toluene – నైట్రోటాల్యుయిన్
Nitrous acid – నైట్రస్ ఆసిడ్
Nitrous oxide – నైట్రస్ ఆక్సైడ్
Nobelium – నోబెలియమ్
Nobel prize – నోబెల్ బహుమానము
Nodes – అస్పందస్థానములు
Non-crystalline – అస్ఫాటిక
Non-crystalline matter – అస్ఫాటిక ద్రవ్యము
Non electrics – నాన్ ఎలెక్ట్రిక్స్
Non ferrous alloy – నాన్ ఫెర్రస్ ఎల్లోయ్
Non-metal – అధాతువు
Non-solubility – అద్రావ్యత
Normal – నార్మల్, అభిలంబము
Normal butyl alcohol – నార్మల్ బూటైల్ ఆల్కహాల్
Normal carbonate – సాధారణ కార్బొనేట్
Normal pressure – ప్రమాణవాతావరణ ప్రేషము
Normal propyl alcohol – సాధారణ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్
Novum organum – నోవమ్ ఆర్గానం
Nuclear physics – కేంద్రక భౌతికశాస్త్రము
Nucleoside – న్యూక్లియోసైడ్
Nucleo-tide – న్యూక్లియోటైడ్
Nucleus – కేంద్రకము
Nucleus of cell – జీవకణ కేంద్రకము
Numerology – సంఖ్యాశాస్త్రము

## O

Object glass – వస్తుకాచము
Octane – ఆక్టేన్
Ohm's law – ఓమ్ నియమము
Oil – నూనె, తైలము, చమురు
Olefines – ఓలిఫైన్లు, తైలదములు
Oleic acid – ఒలిక్ ఆసిడ్
Open chain – వివృత శృంఖలము
Open chain compounds – ఆలిఫాటిక్ లేదా వివృత శృంఖల యౌగికములు
Opposing potential – అపోసింగ్ పొటెన్షియల్, ప్రతిఘటించు విద్యుచ్ఛక్తి
Optical activity – కాంతిచైతన్యము, ఆప్టికల్ ఆక్టివిటీ
Optical instrument – చాక్షుష పరికరములు
Optical lantern – యవనికాలాంతరు
Ore concentration – ఓర్ కాన్సెన్ట్రేషన్, ఖనిజ సాంద్రీకరణము
Organic analysis – కార్బన్ యౌగిక విశ్లేషణము
Organo-metallic compounds – ఆర్గానో మెటాలిక్ కాంపౌండ్స్, ధాతు కార్బన్ యౌగికములు
Orientation – స్థాననిర్దేశము
Orpiment – హరితాళము
Ortho – ఆర్థో
Ortho antimonous – ఆర్థో ఆంటిమోనియస్
Ortho arsenous – ఆర్థో ఆర్సెనియస్
Ortho-di-hydric – ఆర్థో డై హైడ్రిక్
Ortho phosphoric acid – ఆర్థోఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్
Ortho quinone – ఆర్థోక్వినోన్
Oscillator – కంపకము
Oscillatory electric discharge – ఆసిలేటరి ఎలక్ట్రిక్ డిస్చార్జి, కంపన విద్యుదుత్సర్గము
Oscillograph – ఆసిలోగ్రాఫ్
Osmium – ఆస్మియమ్
Osmosis – ఆస్మోసిస్, ద్రవాభిసరణము
Osmotic pressure – ద్రవాభిసరణప్రేషము
Ostwald law – ఓస్ట్వాల్డ్ నియమము
Oxalate – ఆక్సలేట్
Oxalic acid – ఆక్సాలిక్ ఆసిడ్
Oxalyl radical – ఆక్సాలిల్ గణము
Oxalyl urea – ఆక్సలిల్ యూరియా
Oxidation – ఆక్సీకరణము
Oxide – ఆక్సైడ్
Oxime – ఆక్సిమ్
Oxy-acetylene – ఆక్సి ఆసిటిలిన్
Oxygen – ఆక్సిజన్ (ప్రాణవాయువు)
Oxygen derivatives – ఆక్సిజన్ వ్యుత్పన్నములు
Oxy-hydrogen – ఆక్సీ-హైడ్రోజన్
Ozokerite – నేలమైనము
Ozone – ఓజోన్

## P

Palladium – పెల్లేడియమ్
Palmitic acid – పామిటిక్ ఆసిడ్

Para cymene methyl – పారాసైమీన్ మెథిల్
Paraffin – పారఫిన్
Para formaldehyde – పారాఫార్మాల్డిహైడ్
Parallel – సమాంతర
Para magnetic – పారా మాగ్నెటిక్
Para menthene – పారామెన్థీన్
Para quinone పారాక్వినోన్
Parchment – పార్చిమెంటు
Partial pressure – ఆంశిక ప్రేషము
Partition or distribution co-efficient – పార్టిషన్ లేదా డిస్ట్రిబ్యూషన్ కో-ఎఫిషెంట్, విభాజన గుణకము
Pascal's law – పాస్కల్ నియమము
Pelargonidin chloride – పెలార్గొనిడీన్ క్లోరైడ్
Peltier effect – పెల్టియర్ ఫలితము
Pendulum – లోలకము
Pendulum phase – లోలకావస్థ
Penta acetyl – పెంటా ఆసిటిల్
Penta chloride – పెంటాక్లోరైడ్
Pentane – పెంటేన్
Pentose – పెంటోజ్
Pepsin – పెప్సిన్
Peptones – పెప్టోన్లు
Periodic order – ఆవర్తక్రమము
Periodic table – ఆవర్త క్రమపట్టిక
Periodic table of elements – మూలద్రవ్యముల ఆవర్తక్రమ పట్టిక
Periods – ఆవర్తములు
Periscope – పెరిస్కోప్
Permalloy – పెర్మల్లాయి
Peroxide – పెరాక్సైడ్
Peru balsam – పెరూబాల్సమ్
Petrol – పెట్రోలు
Petroleum – పెట్రోలియమ్
Phase – అవస్థ, స్థితి
Phase angle – అవస్థాకోణము
Phase difference – అవస్థా వ్యత్యాసము
Phase equilibrium – స్థితిసమత్వము
Phase law – అవస్థానియమము
Phase rule – స్థితినియమము
Phase waves – అవస్థా తరంగములు
Phenanthrene – ఫినాంత్రీన్
Phenol – ఫీనోల్
Phenomena of electrical induction – విద్యుత్ప్రేరోచన సంఘటన
Phenyl – ఫీనిల్
Philosopher's stone – స్పర్శమణి (స్పర్శవేది)
Phlogisticated air – ఫ్లోజిస్టికేటెడ్ వాయువు, ఫ్లోపాయిత వాయువు

Phlogiston – ఫ్లోజిస్టాన్
Phonograph – ఫోనోగ్రాఫ్
Phosgene – ఫాస్జీన్ (కార్బొనిల్ క్లోరైడ్)
Phosphorescence – ఫాస్ఫొరెసెన్స్, భాసనము
Phosphoric acid – ఫాస్ఫారిక్ ఆసిడ్
Phosphorus – భాస్వరము
Phosphorus penta chloride – ఫాస్ఫరస్ పెంటాక్లోరైడ్
Phosphorus solution – భాస్వరద్రావణము
Photochemistry – కాంతి రాసాయనికశాస్త్రము
Photo electric – ఫోటో ఎలక్ట్రిక్, కాంతివిద్యుత్తు
Photo fission – కాంతివిదళనము
Photo galvanic cell – కాంతి విద్యుద్ఘటము
Photographic film – ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ము
Photographic plate – ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫలకము
Photometer – కాంతిమాపకము
Photometry – కాంతిమితి, దీప్తి మాపనము
Photon – కాంతికణము ; ఫోటాన్
Photo physics – కాంతి భౌతిక శాస్త్రము
Photo synthesis – ఫోటో సింతసిస్, కిరణజన్య సంయోగక్రియ
Phthalic acid – థాలిక్ ఆసిడ్
Physical photometry – భౌతికదీప్తి మాపనము
Physics – భౌతికశాస్త్రము
Picric acid – పిక్రిక్ ఆసిడ్
Piezo-electricity – పీజోఎలక్ట్రిసిటీ, ప్రేష విద్యుత్తు
Piperidine – పిప్పరిడీన్
Piston – ముషలకము
Planck constant – ప్లాంక్ స్థిరాంకము
Plano-concave – తలపుటీయ, ప్లేనో కాంకేవ్
Plano-convex – తలకుంభీయ, ప్లేనో కాన్వెక్స్
Plano-energy – తలశక్తి
Plastic sulphur – ప్లాస్టిక్ గంధకము
Platinum – ప్లాటినమ్
Platinum chloride – ప్లాటినమ్ క్లోరైడ్
Platinum cyclic – ప్లాటినమ్ వలయము
Platinum resistance – ప్లాటినమ్ రెసిస్టెన్స్
Platinum wire – ప్లాటినమ్ తీగ
Plutonium – ప్లుటోనియమ్
Plutonium bomb – ప్లుటోనియమ్ బాంబు
Plutonium pile – ప్లుటోనియమ్ పేర్పు
Point – బిందువు
Polarisation – పోలరైజేషన్, ధ్రువీకరణము
Polarised state – ధ్రువితస్థితి
Polarlight – ధ్రువజ్యోతిర్మేఘము
Polonium – పొలోనియమ్
Polyhydroxy acid – పాలీ హైడ్రాక్సీ ఆసిడ్
Polymerisation – పోలీ మెరైజేషన్, అణుపుంజీకరణము
Polymerises – ద్వణుకద్రవము
Polymethylene – పోలిమెథిలీన్

Polymorphism – బహురూపత
Polypeptide – పాలీపెప్‌టైడ్
Poly terpene – పోలీటెర్పీన్
Positive ray – పోజిటివ్ రే, ధనకిరణము
Positron – పోజిట్రాన్
Potassium – పొటాసియమ్
Potassium alum – పొటాసియమ్ ఆలమ్
Potassium bi-sulphate – పొటాసియమ్ బై సల్ఫేట్
Potassium carbonate – పొటాసియమ్ కార్బొనేట్
Potassium chlorate – పొటాసియమ్ క్లోరేట్
Potassium chloride – పొటాసియమ్ క్లోరైడ్
Potassium cynide – పొటాసియమ్ సైనైడ్
Potassium di chromate – పొటాసియమ్ డైక్రోమేట్
Potassium ferri cynide – పొటాసియమ్ ఫెర్రిసైనైడ్
Potassium hydroxide – పొటాసియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Potassium hypo bromite – పొటాసియమ్ హైపోబ్రోమైట్
Potassium iodide – పొటాసియమ్ అయొడైడ్
Potassium nitrate – పొటాసియమ్ నైట్రేట్
Potassium permanganate – పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేట్
Potential – శక్మ
Potential energy – పొటెన్షియల్ ఎనర్జీ, స్థానశక్తి (లేదా) అనుద్భూత శక్తి.
Powder – పొడి
Powder metallurgy – పౌడర్ మెటలర్జీ
Power – ఘాతము
Praseodymium – ప్రాసియోడిమియమ్
Pressure – ప్రేషము
Prevost theory of exchange – ప్రివోస్ట్ వినిమయ సిద్ధాంతము
Primary butyl alcohol – ప్రైమరీ బూటైల్ ఆల్కహాల్
Principal axis – ప్రిన్సిపల్ ఏక్సిస్, (కటక) ప్రధానాక్షము
Principal focus – ప్రిన్సిపల్ ఫోకస్, ప్రధాన సంగమ బిందువు
Principle of Archimedes – ఆర్కిమిడీజ్ సూత్రము
Principle of conservation of energy – శక్తి నిత్యత్వ సూత్రము
Principle of periodicity – ఆవర్తన నియమము
Principle of permanancy – ద్రవ్యనిత్యత్వ సూత్రము
Principle of uncertainty – అనిశ్చయతా సూత్రము
Principle of virtual work – కాల్పనిక కర్మతత్త్వము
Probability calculus – ప్రొబబిలిటీ కాలిక్యులస్, సంభావ్యతా కలన గణితము
Producer gas – ప్రొడ్యూసర్ వాయువు
Promethium – ప్రొమెథియమ్
Propane – ప్రొపేన్
Propionic acid – ప్రోపియానిక్ ఆసిడ్
Proportion – నిష్పత్తి
Propyl alcohol – ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్
Propyl benzene – ప్రోపిల్ బెంజీన్
Propylene – ప్రొపిలీన్ (అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్)
Prosthetic group – సంయోజిత భాగము
Protactinium – ప్రోటాక్టినియమ్
Proteins – మాంసకృత్తులు, ప్రోటీన్‌లు
Proton – ప్రోటాన్
Pulley – కప్పి
Pyridine – పైరిడీన్
Pyrogallic acid – పైరోగాలిక్ ఆసిడ్
Pyrogallol – పైరోగెలాల్
Pyroligneous acid – పైరోలిగ్నస్ ఆసిడ్
Pyruvic acid – పైరూవిక్ ఆసిడ్

## Q

Quantum efficiency – క్వాంటం దక్షత
Quantum energy – క్వాంటం శక్తి
Quantum mechanics – క్వాంటం యాంత్రిక శాస్త్రము
Quantum theory – క్వాంటం సిద్ధాంతము
Quinone – క్వినోన్
Quinonoid – క్వినోనోయిడ్

## R

Radiation – రేడియేషన్, వికిరణము
Radiation energy – వికిరణశక్తి
Radical – గణము
Radioactivity – రేడియో ధార్మికత, రశ్మ్యుద్గారిత
Radiography – రేడియోగ్రఫీ
Radio meter – రేడియోమీటరు, వికిరణమాపకము
Radio-micro meter – రేడియో మైక్రోమీటరు
Radio receivers – రేడియో గ్రాహక యంత్రములు
Radio sonde – అన్వేషణ వాతప్లవము, రేడియో సాండ్
Radio (wireless) waves – రేడియోతరంగములు
Radium – రేడియమ్
Radius vector – సదిశత్రిజ్య
Radon – రేడాన్
Raman effect – రామన్ ఫలితము
Rare earths – అపురూపమృత్తులు
Rare gases – అపురూప వాయువులు, జడవాయువులు
Rare metals – అపురూప ధాతువులు
Rational formula – రచనా సాంకేతికము, సార్థక సాంకేతికము
Reaction – ప్రతిక్రియ
Realgar – రియల్గర్, మణిశిల
Receiver – సంగ్రాహకము
Reciprocal – వ్యుత్క్రమ
Recorder – రికార్డర్, స్వర లేఖనము
Recuparative – పునస్సంగ్రహణ
Reduction – రిడక్షన్, ఆక్సీహరణము
Refining of metals – రిఫైనింగ్ ఆవ్ మెటల్స్, ధాతుశోధన
Reflection – రిఫ్లెక్షన్, పరావర్తనము
Reflection of light – కాంతి పరావర్తనము
Reflex condenser – ప్రతినివర్తక సంఘనకము
Refraction – వక్రీభవనము
Refractive index – వక్రీభవనగుణకము

Refrigerator – రెఫ్రిజిరేటర్, శీతలీకరణ యంత్రము
Relative density – తారతమ్య సాంద్రత, సాపేక్ష సాంద్రత
Relative displacement – రెలెటివ్ డిస్‌ప్లేస్‌మెంట్, సాపేక్ష స్థానచ్యుతి
Relative lowering of vapour pressure – సాపేక్ష బాష్పప్రేష నిమ్ననము
Relativity – సాపేక్షతావాదము
Renaissance period – జ్ఞానపునరుద్ధరణ యుగము
Resin – రెసిన్
Resistance furnace – రెసిస్టెన్స్ ఫర్నెస్, విద్యుత్ నిరోధకొలిమి
Restoring couples – రిస్టోరింగ్ కపుల్సు
Retort – బకయంత్రము
Retort process – రిటార్ట్ పద్ధతి
Reverberatory furnace – రివెర్బరేటరీ కొలిమి
Reversible reaction – రివర్సిబుల్ రియాక్షన్స్, పరివర్తనీయ ప్రక్రియ
Rhenium – రెనియమ్
Rhodium – రోడియమ్
Rigid – రిజిడ్, అనమ్య
Roll sulphur – రోల్ సల్ఫర్
Rontgen rays – రన్టజన్ (ఎక్స్‌రే) కిరణములు
Rubidium – రుబిడియమ్
Ruthenium – రుథెనియమ్

## S

Saccharic acid – సాకరిక్ ఆసిడ్
Safety lamp – రక్షకదీపము
Salicyl aldehyde – సాలిసిల్ ఆల్డిహైడ్
Salicylic acid – సాలిసిలిక్ ఆసిడ్
Saline oxide – సెలైన్ ఆక్సైడ్
Salt – లవణము
Samerinm – సమేరియమ్
Sand bath – సేండ్‌బాత్, వాలుకా తాపకము
Saturated – సంతృప్త
Scandium – స్కాండియమ్
Scattering – పరిక్షేపణము
Scattering of light – కాంతిపరిక్షేపణము
Secondary propyl alcohol – సెకండరీ ప్రోపిల్ ఆల్కహాల్
Secondary tertiary alcohol – సెకండరీ టెర్షియరీ ఆల్కహాల్
Selenium – సెలెనియమ్
Semi-conductor – సెమీకండక్టర్, అర్ధవిద్యుద్వాహకము
Semi-permeable membrane – అర్ధప్రవేశ్యత్వచము
Sensitised fluorescence – ప్రేరిత ప్రస్ఫురణము
Sensitive balance – సున్నితపు త్రాసు
Separating funnel – సెపరేటింగ్ ఫనెల్, పృథక్కరణ గలని
Separation – పృథక్కరణము
Series – వరుస, శ్రేణి
Series dissociation – వరుస విచ్ఛేదనము
Short waves – హ్రస్వతరంగములు
Silicon – సిలికన్
Silver – వెండి, రజతము
Silver bromide – సిల్వర్ బ్రోమైడ్
Silver chloride – సిల్వర్ క్లోరైడ్
Silver cyanide – సిల్వర్ సైనైడ్
Silver fulminate – సిల్వర్ ఫల్మినేట్
Silver halide – సిల్వర్ హేలైడ్
Silver iodide – సిల్వర్ అయొడైడ్
Silver nitrate – సిల్వర్ నైట్రేట్
Silver salt · సిల్వర్ లవణము
Silvery water – రౌప్యజలము
Simple chain compounds – సరళశృంఖలితములు
Simple distillation – సింపిల్ డిస్టిలేషన్, సరళ స్వేదనము
Simple differential equation – సరళ అంతరీకరణ సమీకరణము
Single phase – ఏకరూప వ్యవస్థ
Skip distance – ప్లుత్యంతరము (దాటుదూరము)
Sky wave – ఆకాశతరంగము
Sodium – సోడియమ్
Sodium-bi-sulphate – సోడియమ్ బైసల్ఫేట్
Sodium hydroxide – సోడియమ్ హైడ్రాక్సైడ్
Sodium salt – సోడియమ్ లవణము
Soft iron – మెత్తని ఇనుము
Solar energy – సోలార్ ఎనర్జీ, సౌరశక్తి
Sound – ధ్వని
Sound mechanics – ధ్వనిశాస్త్రము
Space – అంతరాళము
Space lattice – దిగ్జాలకము (పరిమజాలకము)
Space wave – అంతరాళ తరంగము
Spark – స్ఫులింగము
Spark transmitter – స్ఫులింగ ప్రేషకము
Special theory of relativity – విశేష సాపేక్షతావాదము
Specific gravity – విశిష్ట గురుత్వము
Specific heat – విశిష్టోష్ణత
Specific resistance – విశిష్టనిరోధము
Specific rotation – విశిష్టభ్రమణము
Spectrograph – స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్, వర్ణమాలాలేఖని
Spactrography, Spectrometry – వర్ణమాలశాస్త్రము
Spectroscopy – వర్ణమాలదర్శకశాస్త్రము
Spectrum – వర్ణపటము
Spherometer – స్ఫెరోమీటరు, గోళమాపకము
Spring balance – స్ప్రింగ్ త్రాసు
Stainless steel – స్టెయిన్‌లెస్ స్టీలు
Standard candle power – ప్రమాణ క్యాండిల్ పవర్
Standard cell – ప్రమాణఘటము
Stannic oxide – స్టానిక్ ఆక్సైడ్, వంగభస్మము
Starch – గంజి
Starry earth – నాక్షత్ర పృథ్వి
Static electricity – స్థిరవిద్యుచ్ఛక్తి

Statistical probabilities – సాంఖ్య సంభవనీయతా సూత్రములు
Statics – స్థితిశాస్త్రము
Stationary vibration – స్థిర స్పందనము
Steam distillation – స్టీమ్ డిస్టిలేషన్, జలబాష్ప స్వేదనము
Steam engine – బాష్ప యంత్రము
Steel – ఉక్కు
Steel spring – ఉక్కు స్ప్రింగ్
Steel yard – తునికోల
Stereo (spatial) chemistry – అంతరాళ రాసాయనికశాస్త్రము
Stereo isomerism – స్టీరియో ఐసోమెరిజమ్, విన్యాస సమాంగత
Stereoscope – స్టీరియోస్కోప్
Stone – రాయి
Strain – స్ట్రెయిన్, వికృతి
Stratosphere – స్ట్రాటావరణము
Stress – స్ట్రెస్, ప్రతిబలము
Stroboscope – స్ట్రోబోస్కోప్, కంపన వేగదర్శిని
Strontium – స్ట్రాన్షియమ్
Sublimation – ఉత్పతనము
Substantive – ప్రత్యక్ష
Substituted acids – ప్రతిస్థాపిత ఆమ్లములు
Substrate – ఆధారద్రవ్యము
Substituted carboxylic acid – ప్రతిస్థాపిత కార్బాక్సిలిక్ ఆసిడ్
Succinic acid – సక్సినిక్ ఆసిడ్
Sucrose – సూక్రోస్
Sucrum – సూక్రమ్ (పంచదార)
Suction pump – నీటిని పీల్చి పైకి పంపు యంత్రము
Sulphate – సల్ఫేట్
Sulphate salts – సల్ఫేట్ లవణములు
Sulphides – సల్ఫైడ్‌లు
Sulpho amino – సల్ఫో ఎమినో
Sulphonic acid – సల్ఫోనిక్ ఆసిడ్
Sulphur – గంధకము
Sulphur derivatives – గంధక వ్యుత్పన్నములు
Sulphur, flowers of – గంధకపు పువ్వులు
Sulphuric acid – సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్
Sulphur powder – గంధకపు పొడి
Sulphurous acid – సల్ఫ్యూరస్ ఆసిడ్
Super saturated – సూపర్ సాచురేటెడ్, అతిసంతృప్త
Surface tension – తలతన్యత
Suspensoid – లంబితము
Symbol – సంకేతము
Synthesis – సంయోజనము
System of organic chemistry – కార్బన్ రాసాయనిక పద్ధతి

## T

Tannic acid – టానిక్ ఆసిడ్
Tantalite – టాంటాలైట్
Tantalum – టాంటాలమ్
Tar oil – తారు నూనె
Tartaric acid – టార్టారిక్ ఆసిడ్
Tartrate – టార్ట్రేట్
Tautomerism – టాటోమరిజమ్
Tear gas – టియర్ గాస్, అశ్రువాయువు
Technetium – టెక్నిషియమ్
Telescope – దూరదర్శని
Television – టెలివిజన్
Tellurium – టెలురియమ్
Temper – పటిమ
Temperature co-efficient – తాపక్రమ గుణకము
Temperature – టెంపరేచర్, తాపక్రమము
Temporary acceleration – తాత్కాలిక త్వరణము
Temporary velocity – తాత్కాలిక వేగము
Tendency – ప్రావణ్యము
Tensible brass – తీగసాగు ఇత్తడి
Tension – టెన్షన్, తన్యత
Tetrachloride – టెట్రాక్లోరైడ్
Tetra methyl di-aminophenyl – టెట్రామెతిల్ డైఎమినోఫినిల్
Tetroxide – టెట్రాక్సైడ్
Terbium – టెర్బియమ్
Terbium earths – టెర్బియమ్ మృత్తులు
Ternary alloy – త్రిధాతుక మిశ్రము
Terpene hydrate – టెర్పీన్ హైడ్రేట్
Terpenes – టెర్పీన్‌లు
Tertiary amine – టెర్షియరీ ఎమీన్
Tertiary amyl alcohol – టెర్షియరీ ఆమిల్ ఆల్కహాల్
Tertiary butyl alcohol – టెర్షియరీ బ్యూటైల్ ఆల్కహాల్
Test – శోధన
Thallium – తాలియమ్
Thallium oxide – తాలియమ్ ఆక్సైడ్
Thallo chloride – తాలోక్లోరైడ్
Thallo oxide – తాలో ఆక్సైడ్
Theory – వాదము, సిద్ధాంతము
Theory of conservation of energy – శక్తి నిత్యతా సిద్ధాంతము
Theory of effluvia – అయస్కాంత ఉద్గారవాదము
Theory of probability – తియరీ ఆవ్ ప్రాబబిలిటీ, సంభవనీయతా సిద్ధాంతము
Theory of resonance – అనునదనవాదము
Thermal analysis – తాపవిశ్లేషణము
Thermal capacity – తెర్మల్ కెపాసిటీ, ఉష్ణతాధారణ సామర్థ్యము, తాపగ్రహణ సామర్థ్యము
Thermal dissociation – తాపవిఘటనము, తెర్మల్ డిసోసియేషన్
Thermal unit – ఉష్ణతాప్రమాణము
Thermo-couple – తెర్మోకపుల్
Thermo-dynamics – తాపగతిశాస్త్రము (శక్తిశాస్త్రము)
Thermo electricity – తాపవిద్యుత్తు
Thermo element – తెర్మోఎలిమెంటు

Thermometer – తాపక్రమ మాపకము
Thermometry – తాపక్రమ మాపనము
Thermopile – తెర్మోపైల్
Thermo-regulator – తెర్మోరెగ్యులేటర్, తాపక్రమనియంత్రకము
Thermos flask – తెర్మోస్ ఫ్లాస్క్
Thermostat – తాపస్థాపకము, తెర్మోస్టాట్
Thioalcohol – థయో ఆల్కహాల్
Thiobromine – థయోబ్రోమీన్
Thorium – థోరియమ్
Thorium oxide – థోరియమ్ ఆక్సైడ్
Thulium – థూలియమ్
Thymol – వామువజ్రము లేదా పువ్వు
Tides – వేలలు
Time – కాలమానము
Tin – టిన్, తగరము
Tincture – టింక్చర్
Tin tetra methyl – టిన్ టెట్రా మెథిల్
Tissues – కణజాలములు
Titanium – టైటానియమ్
Titanium oxide – టైటానియమ్ ఆక్సైడ్
Titration – అంశమాపనము
T. N. T. – టి. ఎన్. టి.
Tolu balsam – టోలూబాల్సమ్
Toluene – టాల్యుయిన్
Tone control – స్వరనియంత్రకము
Torricelli vacuum – టారిసెల్లి శూన్యము
Torsion balance – మోటన తులాయంత్రము
Total internal reflection – సంపూర్ణాంతర పరావర్తనము
Tourmaline – టూర్మలీన్
Transfer of heat – ఉష్ణతాసంక్రమణము
Trans isomerism – ట్రాన్స్ సమాంగరూపత
Transistor – ట్రాన్సిస్టార్
Transitional elements – పరివర్తన మూలద్రవ్యములు
Transmission – పారప్రేషణము
Transmission of heat – ఉష్ణతాపారగమనము
Transmitter – ప్రేషణము
Transparent – పారదర్శకము
Transpiration – ట్రాన్స్పిరేషన్, ఉత్స్వేదన
Transport number – ప్రవహణాంకము
Transverse wave – తిర్యక్ తరంగము
Trichlorine – ట్రై క్లోరిన్
Trichloro acetic acid – ట్రైక్లోరో ఆసిటిక్ ఆసిడ్
Trihydric alcohol – ట్రైహైడ్రిక్ ఆల్కహాల్
Triindiumtetroxide – ట్రై ఇండియమ్ టెట్రాక్సైడ్
Trimethyl di oxypurine – ట్రైమెథిల్ డై ఆక్సీప్యూరిన్
Trinitro phenol – ట్రైనైట్రో ఫీనాల్
Trinitrotoluene – ట్రైనైట్రోటాల్యుయిన్
Triode – త్ర్యగ్రము, ట్రయోడ్
Triode oscillator – ట్రయోడ్ ఆసిలేటర్
Trioxide – ట్రై ఆక్సైడ్
Triphenylmethyl – ట్రైఫినిల్ మెథిల్
Triplumbictetroxide – ట్రైప్లంబిక్ టెట్రాక్సైడ్
Trypsin – ట్రిప్సిన్
Tungsten – టంగ్స్టన్
Tungstic oxide – టంగ్స్టిక్ ఆక్సైడ్
Tuning – శ్రుతిచేయుట
Tuning fork – ట్యూనింగ్ ఫోర్క్, స్వనద్విభుజము
Turpentine – టర్పెంటిన్
Tyndall effect – టిండల్ ఫలితము

## U

Ultra microscope – అతిసూక్ష్మదర్శిని
Unbranched chains – సరళశృంఖలములు
Unified field theory – యూనిఫైడ్ ఫీల్డ్ థియరీ, ఐక్యక్షేత్ర వాదము
Unit – యూనిట్
Unsaturated – అసంతృప్త
Unsaturated compounds – అసంతృప్త యౌగికములు
Unsaturated hydrocarbon – అసంతృప్త హైడ్రోకార్బన్
Uranium – యురేనియమ్
Uric acid – యూరిక్ ఆసిడ్

## V

Vacuum – శూన్యము
Valency – యోజనీయత
Vanadium – వెనేడియమ్
Vapour – బాష్పము
Vapour pressure – బాష్పప్రేషము
Vector – వెక్టర్, సదిశరాశి
Ventilator – వెంటిలేటర్
Verbena oil – వెర్బెనా తైలము
Victor Meyer's method – విక్టర్ మెయర్ విధానము
Virtual work – కాల్పనికకర్మ
Virtual work, principle of – కాల్పనిక కర్మతత్వము
Viscosity – స్నిగ్ధత
Volt – వోల్టు
Volta – వోల్టా
Voltaic cell – వోల్టాఘటము
Voltaic pile – వోల్టా పేర్పు
Voltameter – వోల్టామాపకము
Volume – ఆయతనము

## W

Water – నీరు
Water bath – వాటర్ బాత్, జలతాపకము
Water equivalent – వాటర్ ఈక్వివలెంట్ ; జలతుల్యాంకము
Water gas – జలవాయువు
Watt – వాట్టు
Wave – తరంగము

Wave length - తరంగదైర్ఘ్యము
Wave machanics - తరంగ యాంత్రిక శాస్త్రము
Wave theory of light - కాంతితరంగ సిద్ధాంతము
Weight - భారము
Werner compounds - వెర్నర్ యౌగికములు, సమన్విత యౌగికములు
Wintergreen oil - వింటర్ గ్రీన్ తైలము
Wire - తీగ
Wood - కర్ర
Wood charcoal - ద్రుమాంగారము
Wood gas - దారుదహనవాయువు
Wood spirit - దారుమద్యసారము

## X

Xenon - జెనాన్
X-ray - (X-ఎక్స్) కిరణము
X-ray reflection - (X-ఎక్స్) కిరణ పరావర్తనము
X-ray spectrum - (X-ఎక్స్) కిరణ వర్ణమాల

## Y

Yeast - ఈస్టు
Young's modulus - యంగ్ (స్థితి స్థాపక) గుణకము
Ytterbium - యిట్టెర్బియమ్
Yttrium - యిట్రియమ్

## Z

Zeeman effect - జేమాన్ ఫలితము
Zinc - జింకు
Zinc blende - జింకు బ్లెండ్, జింకు సల్ఫైడ్
Zinc carbonate - జింకు కార్బొనేట్
Zinc chloride - జింకు క్లోరైడ్
Zincite - జింకైట్
Zinc di methyl - జింకు డై మెతిల్
Zinc ethyl - జింకు ఎతిల్
Zinc ferri cyanide - జింకు ఫెర్రీ సైనైడ్
Zinc ferro cyanide - జింకు ఫెర్రో సైనైడ్
Zinc oxide - జింకాక్సైడ్
Zinc sheets - జింకు రేకులు
Zinc sulphate - జింకు సల్ఫేట్
Zircon - జిర్కాన్
Zirconium - జిర్కోనియమ్
Zone plate - జోన్ ప్లేట్, పరిధిఫలకము
Zymase - జైమేజ్



## ACKNOWLEDGEMENTS

For kind permission to reproduce some of the illustrations published in this volume, we acknowledge our gratitude to :

### The American Information Service, Madras.

Anderson - 162; Atom bomb explosions: Test bombs and the Bomb on Nagasaki - 170; Edison - 171; Compton, Arthur Halley - 255; The Curies - 304 & 305: Debrogli, Louis Victor - 358; *200"* Telescope - 402; Percy William Bridgman - 517; Millikan - 534; Lawrence. Ernest Orlando - 604; Synchro- Cyclotron - 736.

### The British Council, Madras

Eddingtion - 227 ; William Gilbert - 321 ; Chadwick, Sir James - 339; Jeans, Sir James - 345; Thomson, Sir Joseph John - 385; Neils Bohr - 514; Sir William Henry Bragg - 517; Marconi - 532: J. C. Maxwell - 532 ; Gabriel Lippman - 606 ; James Watt - 625.

### Becker Company, London.

Hydrometer - 403.

### Central Scientific Company, New York.

Dip Circle - 143; Cathode rays - 294 ; Spherometer - 328; Chemical Balance - 387; Spring balance - 388; Refraction - 423; Fortin's Barometer - 520; Desiccator - 590; Screw gauge - 755.

### Griffin and Tatlock Company, London.

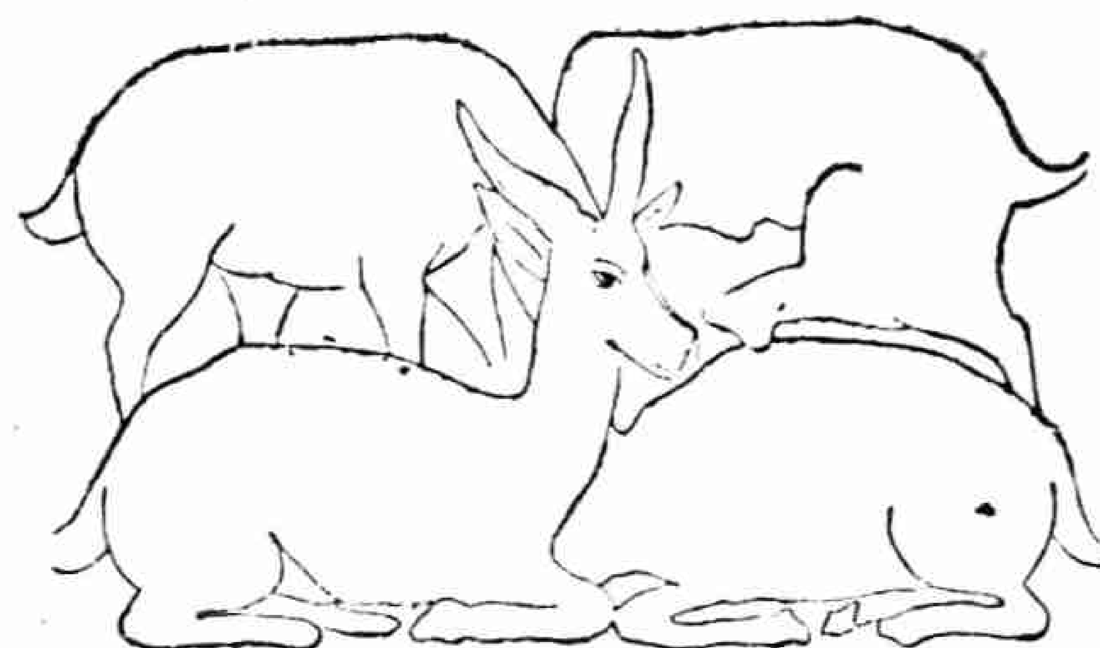
Calorimeters - 218; Mariner's Compass - 433 ; Aneroid Barometer - 521; Blow pipe - 596; Molecular Models - 764.

### The Observatory, Kodaikanal.

Telescope - 403.

### Meteorological Department, Poona.

Aurora - 154.



# BIBLIOGRAPHY

## PHYSICS


**History of Physics**

Cajori, F.—*History of Physics.*

Wolf, A.—*A History of Science, Technology & Philosophy, XVI, XVII, & XVIII Centuries, 3 Vols.*

Sarton, G.—*Introduction to the History of Science, 3 Vols.*

Whetham—*The Recent development of Physical Science.*

**General Physics**

Millikan & Gale—*Elements of Physics.*

Black & Davis—*New Practical Physics.*

Gregory & Hadley—*A Class book of Physics.*

Hadley, H. E.—*Everyday Physics.*

Poynting & Thompson—*A Text book of Physics.*

**Modern Physics (Atomic Physics)**

Saha, M. N.—*Treatise on Modern Physics.*

Richtmeyer, F. K.—*Introduction to Modern Physics.*

Cork, G. M.—*Radio-activity & Nuclear Physics.*

Glasstone, S.—*A Source Book of Atomic Energy.*

**Relativity**

Eddington, A. S.—*Space, Time & Gravitation.*

Albert Einstein & Leopold Infeld—*The Evolution of Physics.*

**Mechanics**

Glazebrook—*An Elementary Text book of Mechanics.*

Duncan & Starling—*A Text book of Physics.*

**Electricity & Magnetism**

Starling, S. G.—*Electricity & Magnetism.*

Cotton, H.—*Electrical Technology.*

Pidduck, F. B.—*A Treatise on Electricity.*

Ewing—*Original Papers.*

Hutchinson —*Electricity.*

**Light**

Noakes—*Text book of Light.*

Wood—*Theory of Optics.*

Drude—*Theory of Optics.*

**Heat**

Saha & Srivastava—*An Advanced Text book of Heat.*

Allen & Maxwell—*A Text book of Heat.*

**Sound**

Morse, P. M.—*Vibration & Sound.*
Barton—*A Text book of Sound.*

## APPLIED PHYSICS

**Photography**

Moorgar & Laster—*Encyclopaedia of Photography, 10 Vols.*
Leica Manual
Ilford—*Manual of Photography.*
Carlton, E. Dunn—*Natural Color Process.*
Charles—*Photomicrography in Theory & Practice.*
Lan Davis, C. F.—*Telephotography.*
Walter Clark—*Photography by Infra red.*

# CHEMISTRY

**History**

Dr. Hermann Kopp—*Geschichte der Chemie.*
Eduard Farber—*Die Geschichtliche Entwicklung der Chemie.*
Partington, J. R.—*History of Chemistry.*
Ida, Freund—*Chemical Composition.*

**Physical Chemistry**

Partington, J. R.—*A Text book of General Chemistry.*
Glasstone, S.—*Text book of Physical Chemistry.*
Mee, A. G.—*Physical Chemistry.*
Ulich, H.—*Physikalische Chemie.*
Trautz, M.—*Lehrbuch der Chemie (W. Gruyter, Berlin), 3 Vols.*
Dr. Karl Jellinek—*Kurzes Lehrbuch der Physikalische Chemie.*
Daniel—*Electrochemic, 4 Vols. (Sammlung Goschen)*
Nernst, W.—*Theoretical Chemistry.*
Ostwald, W.—*Outlines of General Chemistry.*

**Inorganic Chemistry**

Partington, J. R.—*Text book of Inorganic Chemistry.*
Parkes, G. D. & Mellor, J. W.—*Modern Inorganic Chemistry.*
Therald Moeller—*Inorganic Chemistry (Wiley)*
Sidgwick, N. V.—*Inorganic Chemistry (Two Volumes)*
Burton, E. F. & Smith, F.—*Phenomena at the Temperature of Liquid Helium.*
Martin Lowry, T.—*Inorganic Chemistry.*
Partington, J. R.—*Everyday Chemistry.*
Fritz Ephraim—*Inorganic Chemistry.*
Evans, Uhlick, R.—*Metals and Metallic Compounds (Longmans)*
Dr. Ettore Molineri—*Treatise on General & Industrial Inorganic Chemistry.*
Thorpe—*Dictionary of Applied Chemistry.*

**Analytical Chemistry**

Arthur, I. Vogel—*A Text book of Qualitative Chemical Analysis.*
Arthur, I. Vogel—*A Text book of Quantitative Chemical Analysis.*
Leaverie—*Systematic Qualitative Analysis.*
Leaverie—*Systematic Quantitative Analysis.*

**Metallurgy**

Newton—*Introduction to Metallurgy.*
Camp & Francis—*The Making, Shaping & Treating of Steel.*
Sisco—*Metallurgy for Engineering Students.*

**Organic Chemistry**

Gillman—*Organic Chemistry, 2 Vols.*
Feiser & Feiser—*Organic Chemistry (Heath)*
Paul Karrer—*Organic Chemistry (Elsevier)*
Sidgwick, N. V.—*The Organic Chemistry of Nitrogen (Clarendon 1937)*
Read, T.—*Organic Chemistry (Bell)*
Bernthsen & Sudborough—*Organic Chemistry (Blackie)*
Henry, T. A.—*The plant Alkaloids.*
Pictet, A.—*The Vegetable Alkaloids.*
Thompson, M. R.—*The New Active Principles of Ergot.*
Ray Q. Brewster & William E. McEwen—*Organic Chemistry.*

## APPLIED CHEMISTRY

**General**

Rufus Frost Herrick—*Industrial Alcohol.*
Emmons—*Geology of Petroleum.*
James Kewley—*Petroleum & Allied Industries.*
Martin, G.—*Industrial Chemistry, 2 Vols.*
Dr. Mollinari, E.—*Industrial Chemistry, 2 Vols.*

**Coal & Fuels**

Rogers—*Industrial Chemistry.*
Levy—*Introduction to Industrial Chemistry.*

**Tanning**

Russell, A.—*The Natural Tannins.*
Wilson, J. A.—*Modern Practice in Leather Manufacture.*

**Dyes**

Thorpe & Linstead—*The Synthetic Dyestuffs (Griffin)*
Perkin & Everest—*The Natural Organic Colouring Matters.*

**Chemical Drugs**

Norman Evers—*Chemistry of Drugs.*
Glenn Jenkins—*Chemistry of Organic Medicinal Products.*
Bentley, Arthur Owen—*A Text book of Pharmaceutics.*
May & Baker Ltd.,—*Sulphanamide Therapy.*
Pharmaceutical Society, Great Britain—*Penicillin, its Properties, Uses & Preparation.*

**Antiseptics**

Ever, N.—*Chemistry of Synthetic Drugs.*
Owen, J.—*Pharmacology for Students of Medicine.*

**Essential Oils**

Guenther—*Essential Oils, 5 Vols.*

**Biochemistry**

Parsons, T. R.—*Fundamentals of Biochemistry.*
Pryde, T.—*Recent Advances in Biochemistry.*
Bayliss, W. M.—*The Nature of Enzyme Action.*
Oppenheimer, C.—*Handbuch der Biochemie.*

**Reference books of Cyclopaedic Nature**

*Encyclopaedia Brittannica 14th Edn.*
*World Book Encyclopaedia.*
Herausgegeben Von. Wien & Harms—*Handbuch der Experimental Physik, 14 Vols.*
Muller-Pouillat—*Lehrbuch der Physik 11 Anfl. 4 Vols. 1933.*
Mellor, T. W.—*A Comprehensive Treatise on Inorganic & Theoretical Chemistry 16 Vols. (Longmans)*
Thorpe—*Dictionary of Applied Chemistry.*
Glazebrook—*Dictionary of Applied Physics.*
Herausgegeben Von. H. Geiger & Karl Scheel—*Handbuch der Physik, 24 Vols.*
Mc Graw Hill Encyclopaedia of Science & Technology—*15 Vols.*
Haslett & John St. Johan—*Science Survey-I.*

